



DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE ALIMENTARI E AMBIENTALI

CORSO DI LAUREA IN: SCIENZE E TECNOLOGIE ALIMENTARI

COMPOSIZIONE; PROPRIETA' ED UTILIZZI DEL  
ROOIBOS (*ASPALATUS LINEARIS*)

COMPOSITION; PROPERTIES AND USES OF  
ROOIBOS (*ASPALATHUS LINEARIS*)

TIPO TESI: compilativa

Studente:  
SIMONE TONNINI

Relatore:  
PROF.SSA PATRICIA CARLONI

ANNO ACCADEMICO 2021-2022

# Sommario

<b>Introduzione .....</b>	<b>1</b>
<b>Capitolo 1 Il Rooibos: Storia, produzione e coltivazione .....</b>	<b>3</b>
1.1 <i>Storia e diffusione del Rooibos</i> <sup>1</sup> .....	3
1.2 <i>La produzione e l'industria del Rooibos</i> <sup>1,2</sup> .....	6
1.2.1 Produzione di Rooibos Fermentato .....	9
1.2.2 Produzione di Rooibos verde .....	9
1.3 <i>Caratteristiche della pianta e coltivazione</i> <sup>1</sup> .....	10
<b>Capitolo 2 La composizione chimica e l'effetto dei trattamenti .....</b>	<b>12</b>
2.1 <i>Composizione chimica del Rooibos</i> <sup>2</sup> .....	12
2.1.1 L'aspatina <sup>3</sup> .....	13
2.2 <i>Variabilità della composizione chimica</i> <sup>4</sup> .....	15
2.2.1 Influenza delle modalità di coltivazione sulla composizione .....	16
2.2.2 Influenza delle modalità di trattamento sulla composizione .....	16
2.2.3 Influenza delle modalità di estrazione sulla composizione .....	18
<b>Capitolo 3 Parametri qualitativi e utilizzi del Rooibos .....</b>	<b>22</b>
3.1 <i>Valutazione della qualità del Rooibos</i> <sup>4</sup> .....	22
3.1.1 Qualità sensoriale .....	22
3.2 <i>L'impatto della pastorizzazione sul profilo sensoriale e la composizione fenolica della pianta (Aspalatus Linearis) e sulle infusioni</i> <sup>6</sup> .....	24
<b>Capitolo 4 Proprietà Benefiche ed Utilizzi del Rooibos .....</b>	<b>30</b>
4.1 <i>Proprietà Benefiche del Rooibos</i> <sup>7</sup> .....	30
4.2 <i>Cibo o medicinale? Il vecchio dilemma</i> <sup>4</sup> .....	32
4.3 <i>Altri utilizzi</i> <sup>8</sup> .....	35
<b>Conclusioni.....</b>	<b>37</b>
<b>Bibliografia e sitografia .....</b>	<b>38</b>
<b>Ringraziamenti .....</b>	<b>39</b>

# Introduzione

In questo lavoro verrà presentata in tutte le sue sfaccettature una pianta tipicamente diffusa nell'emisfero australe, in particolar modo in Sud Africa: Il Rooibos.



In natura vi sono tanti tipi di piante superiori i cui frutti vengono consumati in modo regolare e diretto come, ad esempio, accade per le mele, frutta secca, derivati agrumari e molte altre. Oltre a queste troviamo anche la pianta sudafricana che già dalla prima metà del '900 ha suscitato un notevole interesse per quanto riguarda le modalità di coltivazione ma anche dal punto di vista delle analisi chimiche e sensoriali del prodotto stesso.

Verrà riportato cosa ha spinto e portato alla commercializzazione in tutto il mondo assieme alla storia e alla scoperta della pianta stessa; verranno elencate le molecole e i composti che caratterizzano il

prodotto, tra i quali in primis gli antiossidanti; verranno prese in esame le proprietà e gli effetti benefici di tale pianta e gli effetti di alcuni trattamenti tecnologici sulla proprietà degli infusi.

Il documento è stato rielaborato sulla base di lavori e studi, divulgati e condivisi dal governo sud-africano, in particolar modo dal ministero delle politiche agricole del paese, e di ricerche svolte perlopiù in Sudafrica ed in Europa, dove oggi la diffusione di questo prodotto si sta espandendo.

Tali lavori sono stati elaborati e prodotti da una serie di ricercatori e tecnici, i quali sono messi a disposizione per la ricerca delle proprietà del Rooibos stesso; il tutto è stato possibile dopo la scoperta, da parte di alcuni pionieri e viaggiatori, della popolazione indigena sud-africana la quale coltivava la medesima pianta.

La stessa che oggi si trova su un comune scaffale di un supermercato, ma sotto forma, principalmente, di polvere da infuso.

# Capitolo 1

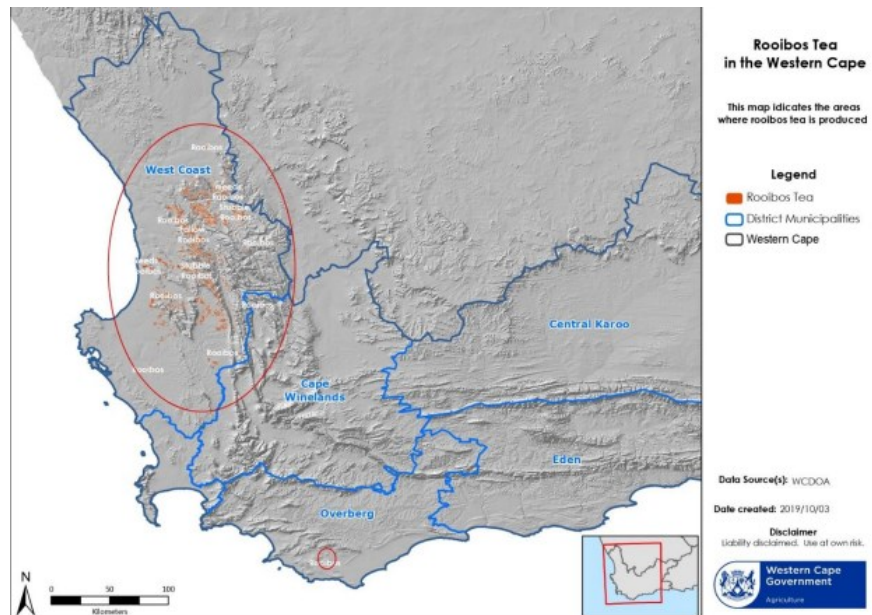
## Il Rooibos: Storia, produzione e coltivazione

### 1.1 Storia e diffusione del Rooibos<sup>1</sup>

Lo scienziato svedese Carl Thunberg scoprì la pianta del Rooibos (*Aspalatus Linearis*) e il suo possibile utilizzo per la produzione di infusi nel 1772 quando venne a conoscenza causalmente di popolazioni indigene sudafricane, i Khoisan che erano soliti scalare le montagne per poter raggiungere questa pianta selvatica in modo tale da poterne raccogliere le foglie sottili ed aghiformi. Gli indigeni usavano asce per tagliare le foglie e martelli per schiacciarle, dopodiché le lasciavano asciugare al sole prima di utilizzarle per la produzione di bevande. In questo modo i coloni olandesi di

Capetown

impararono a preparare e bere il tè Rooibos, come alternativa al costoso tè nero ricavato dalla *Camellia Sinensis*, che veniva



comunemente consumato dagli inglesi e che doveva essere importato dall'Europa.

Nel 1904 un tale Benjamin Ginsberg, giovane immigrato di provenienza russa, condusse una serie di esperimenti alla Rondegat Farm, vicino a Clanwilliam, in una città a 200 km in linea d'aria da Capetown, con il fine di diffondere l'uso di tale

bevanda. Egli provò ad essiccare le foglie dell'*Aspalatus Linearis* utilizzando i metodi tradizionali cinesi e indiani, con i quali venivano trattate le foglie della *Camellia Sinensis* per la produzione del tè. Egli divenne così in questo modo il primo grande produttore ed esportatore di Rooibos.

Uno dei primi problemi che si ebbero per la produzione e lavorazione della pianta stessa, furono dovuti al fatto che il vegetale superiore non poteva essere coltivato e quindi commercializzato a causa della difficoltà di trovare e far germinare i semi; inoltre sembrava molto difficoltoso o addirittura impossibile far crescere la pianta del Rooibos alle latitudini nord europee. Il chirurgo e botanico Pieter Le Fras Nortier, capendo il potenziale interesse commerciale di tale pianta che poteva crescere solo spontaneamente, iniziò quindi a sperimentare una sua possibile coltivazione al di fuori delle regioni d'origine.

Le ricerche e i lavori effettuati dal dottor Nortier per la coltivazione e la lavorazione del Rooibos ebbero successo, tant'è vero che egli riuscì a coltivare la pianta inizialmente nella regione di Clanwilliam e quindi a diffondere tale pratica anche in altre zone.

In questo modo egli poté trasformare una bevanda autoctona in un prodotto iconico non solo nazionale ma anche diffuso al livello internazionale.

Negli anni '50 l'industria del Rooibos iniziò ad organizzarsi con la formazione della Clanwilliam Tea Cooperative, che in seguito divenne il Rooibos Tea Control Board dopo una richiesta accolta dall'allora ministro dell'Agricoltura sudafricano.

La crisi industriale avvenuta in seguito alla Seconda guerra mondiale inoltre, fece in modo tale che venissero introdotte normative per stabilizzare e calmierare i prezzi del Rooibos e migliorare la qualità del prodotto al tempo stesso: in questo modo fu possibile una distribuzione del Rooibos a mercati più ampi. Negli anni '90 infine venne creata una società di cui fanno parte produttori, trasformatori e altri attori del mondo del Rooibos ed oggi, il Rooibos Council è un'organizzazione indipendente e senza scopo di lucro che si occupa di promuovere l'interesse di tale industria.

Il successo dell'industria dedicata al rooibos stesso è dovuto anche al fatto che tale pianta subtropicale ha molte altre applicazioni e utilizzi oltre al suo uso come

bevanda: essa viene infatti utilizzata nella produzione di cosmetici e prodotti per la cura della pelle. Questo ha fatto sì che negli Stati Uniti alcune aziende tentassero di brevettare il termine Rooibos quando esso era riferito a prodotti per la cura della pelle.

A tale procedura di registrazione, si oppose quindi il governo sudafricano adducendo come motivazione la generalità del termine che quindi non poteva essere monopolizzato da



nessuna azienda. La lunga e aspra diatriba legale insieme al contenzioso, si conclusero nel 2005 quando la società statunitense e Rooibos Limited raggiunsero un accordo in cui entrambe le parti concordarono di annullare le registrazioni dei marchi.

C'è stato un evento da allora che ha avuto un impatto significativo sull'industria del Rooibos: il riconoscimento della pianta, per la sua importanza, come prodotto IG (indicazione geografica) sudafricano dal Ministro del commercio e dell'industria, nel disegno di legge di modifica riguardanti le leggi sulla proprietà intellettuale nel 2008.

Tutt'oggi la registrazione del Rooibos come prodotto IG aiuta a tutelare il nome da ulteriori abusi e/o imitazioni e stabilisce specifiche linee guida per una produzione di alta qualità. Il Rooibos soddisfa tutti i requisiti per essere protetto e riconosciuto dall'Organizzazione mondiale del commercio (OMC) come IG: è coltivato solo in una parte del mondo e le proprietà della pianta sono direttamente correlate alle condizioni geografiche uniche in cui cresce. L'IG, infatti, collega l'area geografica di produzione al prodotto e può quindi essere utilizzata come un potente strumento di marketing e per aiutare a preservare la biodiversità unica nella regione.

Al Rooibos è stato concesso ufficialmente lo status di IG nel 2014 ed oggi giorno è conosciuto come un prodotto caratterizzato da una ricca filiera. La sua vendita avviene non solo in Sudafrica e nel medesimo continente, ma anche nei paesi del centro e nord America e, negli ultimi decenni, anche nel vecchio continente.

## 1.2 La produzione e l'industria del Rooibos<sup>1,2</sup>

Esistono due tipi di Rooibos prodotti per il consumo, quello tradizionale fermentato e il Rooibos verde non fermentato. Entrambi questi tipi di Rooibos possono essere prodotti in maniera biologica o in modo tradizionale utilizzando i fertilizzanti e i pesticidi.

A parte il suo utilizzo principale come bevanda per infusi simili al tè, la pianta ha anche numerosi altri utilizzi come quello medicinale, erboristico e cosmetico.

In Sudafrica ci sono circa 67000 ettari coltivati a tè Rooibos principalmente nel Western and Northern Cape. Gli ettari adibiti alla coltivazione di Rooibos sono aumentati da circa 13°000 ettari nel 1993 ai circa più di 67°000 ettari odierni.



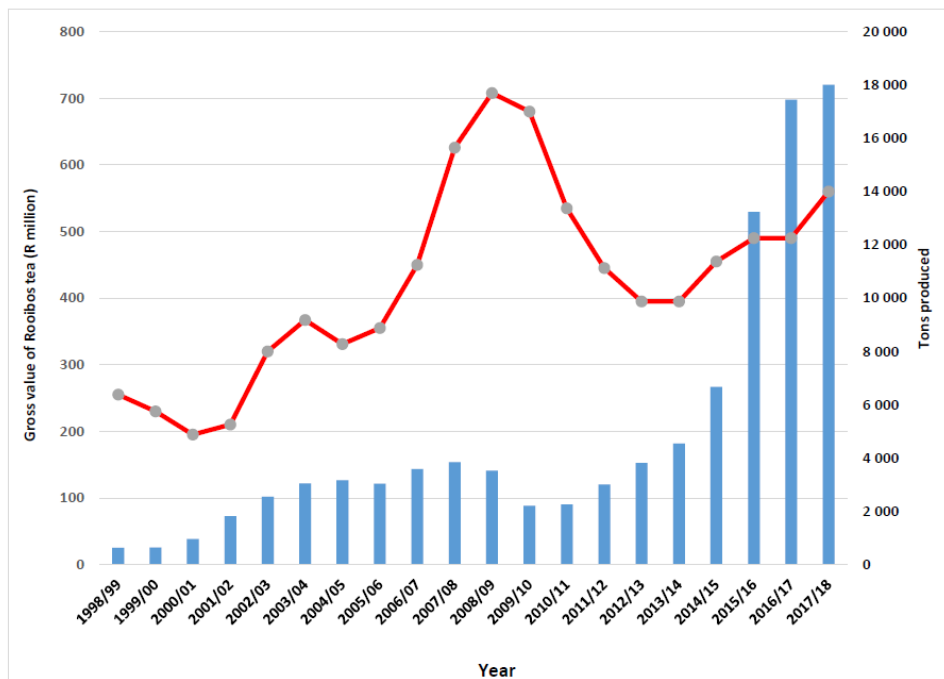
Gli ultimi due decenni l'industria del Rooibos ha attraversato diverse fasi.

A cavallo del secolo scorso con quello odierno, i livelli di produzione erano tendenzialmente al ribasso, mentre dagli anni 2000 fino al 2009 c'è stata una forte crescita. Nello stesso periodo il reddito generato dal Rooibos non è cresciuto con lo stesso ritmo dell'offerta totale, mettendo sotto pressione i prezzi.

L'inizio della crisi economica mondiale del 2008/9 ha avuto un impatto significativo sui volumi commerciali e ha visto diminuire i prezzi del Rooibos nel 2009 e nel 2010, fino a tutto il 2012.

Dall'anno nero dei mutui subprime e non solo, ci sono voluti ben 5 anni affinché il calo dei prezzi terminasse definitivamente trovando un minimo da cui ripartire.





Dal 2014, anno in cui il Rooibos ottiene lo status di IG, la produzione e la commercializzazione comincia a consolidarsi: si ha una evidente crescita della produzione in tonnellate, a prezzi più alti rispetto a prima della crisi. Tale cambiamento era quello di cui l'industria aveva bisogno per riconquistare la crescita precedente.

La più grande concentrazione della produzione di tè Rooibos si trova sicuramente nella parte ovest dell'area della costa occidentale di Cape, mentre una piccola produzione avviene dalle parti di Cape Agulhas nell'Overberg.

Nel mercato di tè locale sudafricano, il Rooibos rappresenta circa il 29% della quota di mercato, mentre il tè nero è prevalente (68%). Questo è dovuto al basso tenore di vita locale che influenza le vendite locali di tè Rooibos: il tè Rooibos e i suoi derivati sono infatti visti come articoli di lusso da alcuni consumatori rispetto ai tè neri più convenienti.

L'industria sudafricana del Rooibos è strutturata principalmente in tre livelli:

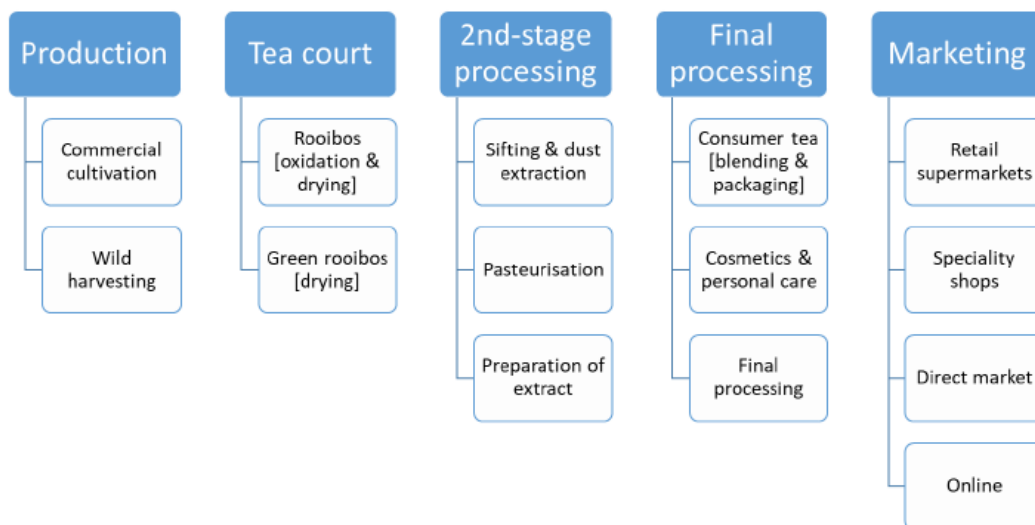
- il primo è quello della fattoria dove si ha la produzione della pianta e la trasformazione primaria delle foglie (Tea Court);

-il secondo è quello della lavorazione (comprendente sia la seconda fase di lavorazione che la lavorazione finale)

-il terzo è quello commerciale (noto anche come fase di commercializzazione).

Per quanto riguarda la lavorazione del tè Rooibos, la pianta del tè grezza viene fermentata, essiccata e selezionata.

Il prodotto finale viene quindi venduto in vari mercati locali e internazionali, sia di marca che sfusi.



Il processo poc'anzi descritto viene articolato nel complesso in queste 5 macro fasi; produzione o raccolta, prima e seconda fase di processo alimentare, processo finale e vendite.

La produzione o raccolta può essere effettuata in due modalità; mediante coltivazione commerciale oppure con essiccamento all'aria aperta.

Nella prima fase di lavorazione per la produzione di Rooibos rosso che è il più comune viene promossa una ossidazione seguita da un'essiccazione; per il Rooibos verde si ha invece solamente una fase di essiccamento.

La seconda fase prevede, in ordine, il passaggio al setaccio e la raccolta delle particelle di tè; la pastorizzazione; la preparazione dell'estratto.

La terza e ultima fase del processo produttivo riguarda la miscelazione e il packaging, la produzione di cosmetici e do prodotti per l'igiene personale.

Dopo tutte le fasi di produzione abbiamo la vendita che può avvenire online, nei supermercati e/o grandi catene oppure per i negozi al dettaglio di piccole o micro-dimensioni.

### **1.2.1 Produzione di Rooibos Fermentato**

La lavorazione del Rooibos fermentato comporta fondamentalmente i seguenti passaggi: i germogli di tè vengono tagliati in piccoli pezzi, la cui lunghezza può essere di diversi tipi a seconda della richiesta del mercato per le due tipologie ovvero “fine cut” o “long cut”.

Dopo il taglio, il materiale vegetale viene posto in cumuli di fermentazione all'aria aperta. Le ammaccature e le rotture cellulari causati dal taglio permettono l'inizio del processo di ossidazione, essenziale per la fermentazione del Rooibos.

Il colore del materiale posto all'esterno del mucchio cambia rapidamente in rosso marrone. Il periodo tra il taglio e la fermentazione varia a seconda della capacità dell'azienda di trasformazione. In molti casi il materiale vegetale viene tagliato al mattino e normalmente la fermentazione inizia nel tardo pomeriggio quando il materiale vegetale viene ammaccato facendo rotolare un oggetto pesante sopra il mucchio, viene aggiunta acqua e il mucchio viene aerato per garantire corretta ossidazione.

Questi passaggi accelerano il processo di "fermentazione", cominciato con il taglio. Il periodo di fermentazione può variare, a seconda del materiale vegetale e delle condizioni ambientali, ma di solito avviene per 12-14 ore, dopodiché il materiale vegetale fermentato viene distribuito in un sottile strato ad asciugare al sole. Il Rooibos essiccato viene quindi setacciato e pastorizzato a vapore prima del confezionamento: la pastorizzazione a vapore è stata introdotta negli anni '80 prettamente per motivi di sicurezza alimentare.

### **1.2.2 Produzione di Rooibos verde**

La produzione del Rooibos verde è stata stimolata dalla richiesta di un prodotto con una maggiore attività antiossidante e/o un maggior contenuto di aspalatina rispetto al tradizionale tè "fermentato". Considerando che la fermentazione è un

passaggio chiave nello sviluppo del caratteristico colore, sapore e gusto del Rooibos fermentato, la mancanza di tali reazioni fermentative modificano notevolmente le caratteristiche del Rooibos verde: per conservare la foglia di colore verde, infatti, i processi ossidativi devono essere ridotti al minimo.

Il Rooibos verde di alta qualità può essere prodotto in diversi modi: attraverso una rapida essiccazione del materiale vegetale tritato effettuata sotto vuoto; utilizzando un'essiccazione iniziale a bassa temperatura seguita da una essiccazione ad alta temperatura del materiale vegetale tritato; mediante essiccazione di germogli interi fino al raggiungimento di un contenuto di umidità critico prima della tritatura; tramite cottura a vapore dei germogli freschi per inattivare gli enzimi ossidativi prima della tritatura.

Principalmente, il Rooibos verde viene prodotto spargendo il materiale vegetale tritato in uno strato sottile al sole per un'asciugatura rapida, e in questo modo le attrezzature utilizzate per la lavorazione del Rooibos fermentato non sono necessarie.

### 1.3 Caratteristiche della pianta e coltivazione<sup>1</sup>

La pianta richiede condizioni climatiche e geografiche specifiche. Il Rooibos cresce naturalmente alle altitudini più elevate, comprese tra 200 e 1000 metri sul livello del mare, ma è stato coltivato con successo nella regione di Overberg ad altitudini anche più basse. In termini di condizioni climatiche, le aree in cui il tè Rooibos prospera sono generalmente caratterizzate da estati calde e secche ed inverni più freschi e umidi (precipitazioni annue di 300-350 mm e temperature invernali durante i mesi più freddi comprese tra 2 e 6°C). La pianta del Rooibos cresce in terreni aridi, poco fertili, ben drenati, con preferenza in terreni sabbiosi. Viene coltivato principalmente in condizioni aride ed è quindi fortemente dipendente dalle piogge invernali che reintegrano l'umidità del suolo e stimolano la germinazione e l'impianto dei semi.

La durata media di una pianta di Rooibos è di sei anni, e in tale periodo può fornire un raccolto per quattro volte. Un sistema di rotazione delle colture è essenziale, data l'importanza di far riposare il terreno per almeno due anni prima di reimpiantare il



suolo. Secondo una ricerca condotta dal Rooibos Council nel 2019, ci si può aspettare una resa media di 1,8 tonnellate per ettaro per tutta la vita della pianta.

La raccolta del Rooibos avviene durante i caldi mesi estivi o ad inizio autunno (da gennaio ad aprile), tagliando tutti i germogli sulla sommità della pianta o sopra la precedente raccolta. Le piante giovani vengono potate dopo circa 8 mesi ad un'altezza di 30 cm per stimolare la ramificazione. Dopo il raccolto la nuova ricrescita non deve essere superiore a 50 cm, altrimenti le foglie raccolte producono un'infusione debole.

Oggi giorno nella repubblica Sudafricana, grazie alle innovazioni tecnologiche è possibile assistere sia alla raccolta manuale, sia alla raccolta meccanizzata. Quest'ultima è aumentata in termini di utilizzi ben oltre il 20% rispetto agli ultimi 15-20 anni.



## Capitolo 2

# La composizione chimica e l'effetto dei trattamenti

### 2.1 Composizione chimica del Rooibos<sup>2</sup>

Il Rooibos è una apprezzata tisana priva di caffeina, anche se contiene piccole quantità (tracce) dell'alcaloide sparteina. Nonostante sia noto come tè a basso contenuto di tannini, circa il 50% dei solidi solubili in acqua calda sono sostanze simili ai tannini. Rispetto al tè nero (*Camellia sinensis*), il Rooibos contiene meno tannini. Pochissime sono le informazioni disponibili sulla struttura dei tannini contenuti nel tè Rooibos, ma alcuni di essi sono stati identificati (il dimero procianindina B3, il trimero bisfisetinidol-(4 $\beta$ ,6:4 $\beta$ ,8)-catechina e un pentamero).

Il Rooibos contiene due composti fenolici unici, vale a dire l'aspalatina, un diidrocalcone C-glucoside e l'aspalalinina, un diidrocalcone ciclico. Inoltre, nel Rooibos è stato possibile isolare anche la notofagina, un raro diidrocalcone, che era stata precedentemente identificata solo nella parte legnosa di due piante (*Nothofagus fusca* e *Schoepfia chinensis*).

Gli altri composti fenolici principali presenti nel Rooibos includono alcuni flavoni (orientina, isorientina, vitexina, isovitexina, luteolina, crisoeriolo), alcuni flavanoni (diidro-orientina, diidro-isorientina, emiflorina) e alcuni flavonoli (quercetina, iperoside, isoquercitrina, rutina) oltre ad essere presenti anche acidi fenolici, lignani, altri flavonoidi glicosilati e non, e le cumarine, esculetina ed esculina. Il principale acido fenolico è l'acido ferulico, mentre la quercetina-3-O-robinobioside è il principale glicoside della quercetina.

La fermentazione del materiale vegetale del Rooibos per produrre il materiale da cui si prepara la tisana tradizionale (forma ossidata) provoca sostanziali cambiamenti

quantitativi nella sua composizione fenolica. Uno dei principali cambiamenti è l'ossidazione dell'aspatina a isoorientina e orientina.

L'aspatina, sembra venga prodotta durante la fermentazione, e non sembra essere presente nel Rooibos verde.

È interessante notare che gli agliconi quercetina, luteolina e il crisoiolo non vengono rilevati nelle infusioni o sono presenti solo in tracce.

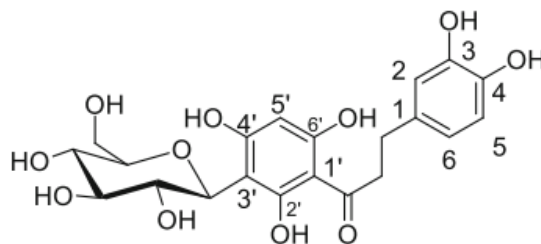
Oltre all'acido ferulico, è stata dimostrata la presenza di diversi acidi benzoici e cinnamici nel Rooibos fermentato, ma nessuno è stato rilevato negli infusi.

La diidro-orientina e la diidro-isoorientina, che sono i primi prodotti derivanti dall'ossidazione dell'aspatina, sono stati isolati in alcune infusioni da Rooibos verde. Non è chiaro fino a che punto questi composti siano presenti naturalmente nel materiale vegetale fresco, non trasformato, o se le condizioni di lavorazione del materiale vegetale e/o la preparazione degli infusi favoriscono la loro formazione. Il Rooibos è infatti molto suscettibile all'ossidazione ed è molto difficile prevenire i cambiamenti ossidativi durante la lavorazione.

### 2.1.1 L'aspatina<sup>3</sup>

L'aspatina (2',3,4,4',6'-pentaidrossi-3'-C-β-D-glucopiranosildiidrocalcone), la cui struttura è mostrata nella Figura, è uno dei principali composti polifenolici presenti nel Rooibos isolato per la prima volta nell'*Aspalathus linearis* e successivamente identificato da B.H. Koeppen e D.G. Roux due scienziati sudafricani negli anni '60. È stato anche il primo componente di tale pianta ad essere analizzato.

L'unica fonte conosciuta di tale sostanza è proprio il rooiboos anche se nel 2017 è stato possibile isolarla anche da una specie strettamente correlata, l'*Aspalathus pendula*.



Questo composto naturale è un raro diidrocalcone C-glicoside a cui manca il collegamento O-glicosidico che di solito è presente come collegamento in molti flavonoidi. L'aspatina è molto solubile in acqua e altri solventi polari, ma è scarsamente solubile in solventi apolari.

Sebbene l'aspatina sia il composto principale presente nella maggior parte dei tipi selvatici di questa pianta, in alcune specie sono stati individuati anche altri flavonoidi come l'orientina, l'iso-orientina e la rutina. Per quanto riguarda l'*A. linearis* commerciale, nota anche come tipo Rocklands, l'aspatina è comunque il componente principale ma il suo contenuto varia a seconda delle modalità di coltivazione e dai metodi di lavorazione; in linea di massima il valore percentuale di aspatina si aggira tra il 6 e l'11.2% per ettogrammo di sostanza secca. Il composto degrada sostanzialmente di quasi il 98% durante la fermentazione e tale trasformazione sembra contribuire in modo significativo al caratteristico colore rosso-marrone del Rooibos lavorato.

Durante questo tipo di processo, l'aspatina viene ossidata sotto condizioni aerobiche e non enzimatiche ad una molecola ad alto peso molecolare, con struttura dimerica. Un'altra via ossidativa di interesse porta, attraverso diversi passaggi alla conversione ad iso-orientina and orientina. Infine, essa può anche degradare ad acido deidrocaffeoico. L'analisi cromatografica indica che c'è una significativa diminuzione del contenuto di aspatina nel Rooibos dopo la fermentazione. Quindi, il Rooibos verde (non fermentato/non ossidato) contiene livelli più elevati di aspatina rispetto al Rooibos rosso (fermentato/ossidato), il prodotto comunemente consumato come tisana. Per garantire un alto contenuto di aspatina nei Rooibos verdi, le piante dovrebbero essere raccolte da metà primavera fino all'inizio dell'estate. Anche la lavorazione e il trasporto del Rooibos verde richiedono un'attenzione particolare, in quanto una esposizione a temperature elevate e la presenza di umidità favorisce l'ossidazione enzimatica. La valutazione sensoriale degli estratti di tè Rooibos non fermentato ha confermato che l'aspatina è responsabile del sentore erbaceo e ammuffito e delle note amare, oltre al debole sapore dolciastro, caratteristiche di questa tisana.



Le diverse procedure di fermentazione possono influenzare il gusto della bevanda. Ad esempio, l'estrazione del Rooibos verde con acqua bollente aumenta il sentore amaro, mentre l'estrazione a freddo porta ad un gusto meno amaro. Il Rooibos verde viene apprezzato per il suo alto contenuto di aspalatina vista la forte domanda di prodotti arricchiti con polifenoli nel settore nutraceutico e nell'industria cosmetica.

L'aspalatina possiede potenti proprietà antiossidanti che sono ritenute responsabili dei benefici per la salute mostrati dal Rooibos stesso, essendo esso il principale flavonoide contenuto nel Rooibos verde e uno dei principali composti nel Rooibos fermentato. È un potente neutralizzatore e/o rallentatore di radicali liberi, nonostante la mancanza di un sistema coniugato esteso per la delocalizzazione elettronica e la stabilizzazione del radicale. Le caratteristiche strutturali importanti sono i gruppi C2'- e C6'-idrossilici, il tautomerismo cheto-enolico dei gruppi carbonile  $\alpha$ -metilene e la struttura catecolica dell'anello B. La sua potenza è stata stabilita in relazione a diversi altri composti fenolici presenti nel Rooibos e all'epigallocatechina gallato (EGCG), il noto antiossidante flavanolico presente nel tè verde (*Camellia sinensis*).

Da molti studi è emerso che le tisane sudafricane di Rooibos mostrano proprietà antiossidanti, antinfiammatorie se non antitumorali.

## 2.2 Variabilità della composizione chimica<sup>4</sup>

La composizione chimica del Rooibos dipende chiaramente da molti fattori tra cui possiamo trovare la varietà di pianta, le modalità di coltivazione, l'effetto dei trattamenti che vengono effettuati sulla pianta dopo la raccolta per la preparazione del Rooibos da tisana e non ultimo le modalità di estrazione con cui si preparano le tisane.

### 2.2.1 Influenza delle modalità di coltivazione sulla composizione

Le modalità di coltivazione e i fattori ambientali hanno un ruolo fondamentale nel determinare la composizione fenolica del Rooibos. Uno studio preliminare che ha studiato la variazione del contenuto di aspalatina rispetto al periodo di raccolta, ha mostrato come tale contenuto sulle foglie raccolte dalle stesse piante nel corso di un anno, variava da 2.3 a 3.8 g su 100 g di peso secco. È stato visto inoltre che anche altri fattori, come la presenza di germogli, l'età della pianta e l'area di coltivazione possono influenzare la qualità del Rooibos, come ci si poteva aspettare per similitudine con quanto riscontrato dallo studio di altre piante, tra cui *Camellia sinensis*. L'analisi di piante giovani mostra ad esempio grandi variazioni nella composizione fenolica, incluso il contenuto dell'aspalatina. Anche l'analisi di piante selvatiche ha mostrato alcune variazioni in termini di composizione. La composizione fenolica del Rooibos selvatico ha infatti mostrato variazioni qualitative e quantitative tra popolazioni e tipi, con alcune popolazioni addirittura prive di aspalatina. Ad esempio, un tipo di Rooibos selvatico analizzato prelevando il campione da un batch di produzione, ha mostrato un elevato contenuto di un composto principale che è stato poi identificato come una miscela di rutina e quercetina, e pochissima aspalatina. Anche un altro lotto di Rooibos selvatico ha mostrato contenere maggiori quantità di un composto fenil propanoide identificato come acido fenilpiruvico enolico 2-O-glucoside (PPAG) che aspalatina.

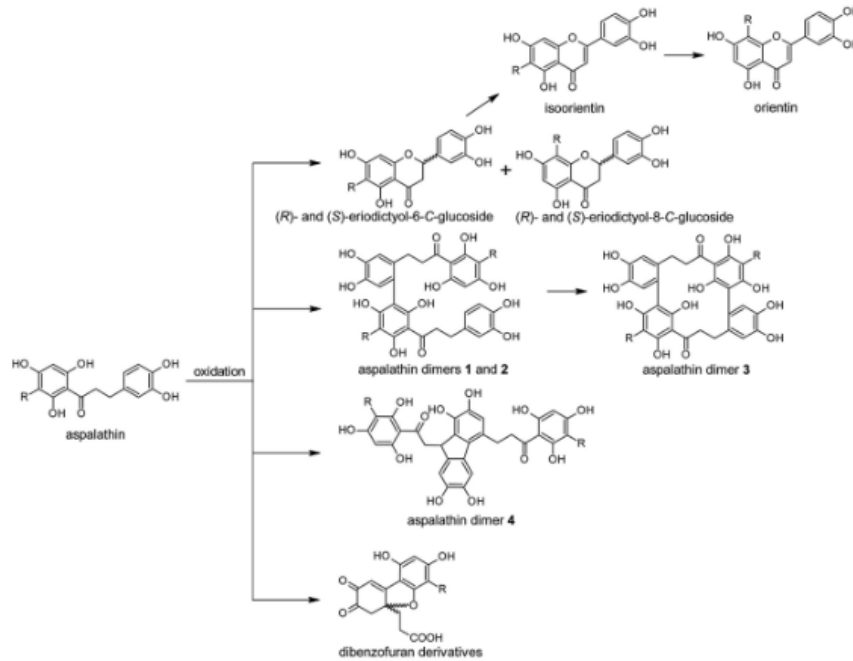
### 2.2.2 Influenza delle modalità di trattamento sulla composizione

La lavorazione del Rooibos fermentato comporta l'esposizione del materiale vegetale tagliato ed ammaccato in cumuli di fermentazione all'aria aperta. Durante tale procedura si ha l'inizio del processo di ossidazione, essenziale per la fermentazione del Rooibos. Entro 15 minuti dal taglio del materiale vegetale, il suo contenuto di aspalatina diminuisce di circa il 29% e dopo 2 ore e mezza, rimane solo il 32% del contenuto di aspalatina. Contemporaneamente il colore del materiale posto all'esterno del mucchio cambia rapidamente in rosso marrone. Il processo di "fermentazione" comincia già con il taglio: i polifenoli rilasciati durante

l'ammaccatura e l'idratazione vengono assorbiti dai fusti sminuzzati, colorandoli di rosso-marrone per dare un prodotto dal colore più uniforme. Il Rooibos fermentato per 14h a 38°C ed essiccato a 40°C per 3h conserva pochissimo dell'aspatina presente nel materiale vegetale alla raccolta.

La successiva pastorizzazione a vapore porta a cambiamenti nel profilo aromatico, a riduzione dell'astringenza e ad una diminuzione dei solidi solubili, del contenuto di polifenoli totali e di aspatina negli infusi Rooibos.

La conversione chimica dell'aspatina è stata studiata soprattutto per il suo ruolo nella formazione del colore rosso-marrone del Rooibos fermentato. Tali studi hanno dimostrato la conversione fotochimica dell'aspatina in diidroisorientina e diidroorientina, nonché la formazione di sostanze polimeriche non ben identificate.



La diidro-isorientina e la diidroorientina possono ossidarsi per formare la isorientina e l'orientina che possono a loro volta degradare per formare composti di imbrunimento. In ogni caso l'aspatina è il più importante substrato per la formazione dei composti colorati e la reazione di imbrunimento è ossigeno dipendente. Anche la notofagina può formare composti colorati ma a velocità minore.

Sembra però che l'esposizione all'aria dell'aspalatina non porti direttamente e composti colorati ma a dimeri incolori e che siano questo che poi degradano per formare i composti colorati.

La scoperta sul fatto che la fermentazione porta ad una perdita importante di aspalatina dalle elevate proprietà antiossidanti, ha stimolato la produzione di un prodotto con una maggiore attività antiossidante e/o un maggior contenuto di aspalatina rispetto al tradizionale tè "fermentato", il Rooibos verde. Considerando che la fermentazione è un passaggio chiave nello sviluppo del caratteristico colore, sapore e gusto del Rooibos fermentato, la mancanza di tali reazioni fermentative modificano notevolmente anche le caratteristiche sensoriali del Rooibos verde: per conservare la foglia di colore verde, infatti, i processi ossidativi devono essere ridotti al minimo.

Per evitare il processo di fermentazione, e quindi la perdita di aspalatina, il materiale vegetale appena tagliato viene immediatamente essiccato in modo che la disidratazione blocchi i processi fermentativi. L'essiccazione deve essere quindi effettuata molto velocemente ed in maniera controllata in quanto se non avviene in maniera adeguata, porta ad una diminuzione del contenuto di aspalatina e ad un minimo imbrunimento.

### 2.2.3 Influenza delle modalità di estrazione sulla composizione

Fattori come la temperatura e il tempo di estrazione, il rapporto tè/acqua e il processo di estrazione (con agitazione discontinua o continua), hanno un effetto importante sulla quantità di solidi solubili, di flavonoidi totali e sul contenuto di polifenoli totali negli estratti. L'aumento generale del contenuto fenolico e dei solidi solubili con l'aumento della temperatura, indica che sarebbe vantaggioso impiegare elevate temperature di estrazione per la preparazione degli estratti anche perché è stato verificato che l'attività antiossidante rimane stabile con l'esposizione al calore. Circa il 50% dell'aspalatina nel Rooibos fermentato, viene estratta entro 5 minuti in acqua a 80°C, raggiungendo lo stato stazionario dopo 60 min. Nessun dato sull'estrazione è disponibile sulla cinetica di estrazione di altri flavonoidi.

L'analisi di campioni raccolti durante la produzione di estratti commerciali hanno mostrato inoltre che non si hanno perdite sostanziali dei principali composti, quali l'aspatina, l'orientina e l'iso-orientina, come risultato delle diverse fasi di lavorazione, come la microfiltrazione, l'osmosi inversa, la concentrazione sotto vuoto e l'essiccazione a spruzzo.

Esperimenti condotti su tè ghiacciati Rooibos pronti da bere hanno mostrato che un elevato trattamento termico è importante per la stabilità dell'aspatina, dell'orientina e iso-orientina.

Il processo di pastorizzazione ha poco o nessun effetto, mentre la sterilizzazione sia a temperatura normale (121°C/15 min) che alta (135°C/4 min) induce perdite significative. In generale l'effetto dei trattamenti sulla conservazione di questi composti dipende dalla formulazione. L'aggiunta di acido ascorbico e/o acido citrico migliora la ritenzione di questi composti: l'effetto maggiore sia ha per l'aspatina, mentre per l'orientina l'effetto è scarso. La stabilità di aspatina, orientina e iso-orientina è stata studiata anche durante la conservazione (12 settimane a 25°C al buio): in assenza di acido ascorbico o acido citrico, non è stato possibile rilevare aspatina dopo 8 settimane; aggiungendo acido citrico e/o acido ascorbico, la perdita è stata contenuta a circa il 30 % durante tutto il periodo di stoccaggio.

In un esperimento a breve termine (48 h) a diversi pH (3, 4 e 5) e temperatura (5, 30 e 40°C) è stato visto che a bassa temperatura e a basso pH aumenta la ritenzione di aspatina.

### ***2.2.3.1 Influenza del tipo di estrazione (a freddo, a caldo e con bollitura) e del tipo di trattamento (Rooibos verdi e rossi) sul profilo fenolico e sulla capacità antiossidante delle tisane di *Aspalathus linearis*<sup>5</sup>***

In uno studio effettuato nel 2019 presso il Laboratorio di Chimica Organica del nostro Dipartimento, si è cercato di valutare le differenze nel profilo fenolico e nella capacità antiossidante tra diversi tè Rooibos estratti mediante tre diverse metodologie di preparazione: a freddo, in acqua bollente o mediante bollitura. È stata simulata la preparazione di una tazza di Rooibos rispecchiando le abitudini dei consumatori e cioè utilizzando o acqua fredda, o acqua calda, o preparando

l'infusione con la usuale modalità attuale e cioè bollendo la bustina di tè in acqua in un forno a microonde domestico per migliorare l'estrazione.

E' stata determinata l'attività antiossidante in vitro attraverso diversi metodi comunemente utilizzati per l'analisi di alimenti e il contenuto di polifenoli totali negli infusi; è stata inoltre eseguita una valutazione completa dei vari costituenti fenolici, utilizzando un approccio metabolico non mirato mediante HPLC-Massa (UHPLC-QTOF) per cercare di discriminare i composti fenolici rilasciati dalle foglie di Rooibos.

In questo studio, sono stati presi in considerazione sia il Rooibos rosso che quello verde, dal momento che il Rooibos verde, seppur meno popolare della tradizionale versione rossa, è di crescente interesse a causa del suo maggior contenuto di antiossidanti.

I risultati mostrano che il Rooibos preparato a freddo differisce per capacità antiossidante e profilo fenolico rispetto alle miscele preparate a caldo, e questo è diverso a seconda delle condizioni di fermentazione del materiale vegetale di Rooibos considerato. Per quanto riguarda i più popolari Rooibos rossi; l'estrazione a freddo mostra un'attività antiossidante minore rispetto al comune metodo di preparazione a caldo; tuttavia, i massimi valori sono stati ottenuti per mezzo della bollitura in forno a microonde. Per quanto riguarda il Rooibos verde invece l'estratto a freddo ha mostrato valori di fenoli totali e capacità antiossidante sorprendentemente più alti, rispetto agli infusi normali. Questo indica che l'estrazione a freddo del Rooibos verde non diminuisce le proprietà antiossidanti in vitro della bevanda rispetto alla normale estrazione a caldo e contribuisce a donare un aroma, sapore e gusto migliore alla bevanda.

Per quanto riguarda le variazioni tra i diversi lotti di tè, esse sembrano siano per lo più riconducibili alle proporzioni di foglie rispetto ai gambi contenuti nel materiale vegetale testato, nonché alla dimensione delle foglie tagliate, che può influenzare il trasferimento di massa attraverso la diffusione, come precedentemente riportato per altri tè.

I risultati inoltre confermano che le miscele di Rooibos verde hanno una capacità antiossidante circa due volte superiore rispetto alle miscele di Rooibos rosso e sono

in linea con i dati riportati in letteratura. Inoltre, sembra che il tè Rooibos rosso bollito abbia una capacità antiossidante simile a quella del tè freddo

Rooibos verde.

Per quanto riguarda l'analisi UHPLC-ESI-QTOF-MS, è stato possibile rilevare 187 composti appartenenti a diverse classi/sottoclassi ed è stata confermata la presenza di orientina (luteolina-8-C-glucoside), vitexina (apigenina-8-C-glucoside), quercetina-4-O-glucoside e crisoeriolo, che sono alcuni dei composti che caratterizzano sia il Rooibos verde che quello rosso secondo la letteratura. Inoltre, è stato possibile evidenziare come le condizioni di estrazione influiscono non solo sulla quantità di polifenoli estratti, che sono sempre più alti negli infusi bolliti, seguiti dagli infusi a caldo e da quelli a freddo, per entrambi i tipi di Rooibos, ma anche differenze qualitative, che potrebbero avere un impatto sulla "qualità" del profilo fenolico bioattivo. Infatti, sia per il Rooibos rosso che per quello verde, è stato rivelato che molto probabilmente alcuni componenti sensibili al calore negli estratti a freddo non sono degradati o rimangono inalterati rispetto a quanto avviene durante l'estrazione mediante bollitura. Tra questi composti, si evidenziano diversi flavonoidi (principalmente flavonoli), e composti a basso peso molecolare come acidi fenolici e analoghi del tirosolo. Questi dati sono particolarmente interessanti, in quanto si può pensare ad una possibile personalizzazione della bevanda al Rooibos semplicemente cambiando il metodo di estrazione e il tipo di Rooibos usato, verde o rosso. Nel complesso, i risultati dell'analisi metabolomica mostrano che lo stato di ossidazione (fermentato e non fermentato) del prodotto è il principale fattore discriminante in grado influenzare il contenuto di polifenoli, come osservato anche in studi precedenti. Tuttavia, è possibile postulare che il metodo di estrazione può anche modulare la composizione bioattiva e le corrispondenti proprietà benefiche per la salute del tè Rooibos.

# Capitolo 3

## Parametri qualitativi e utilizzi del Rooibos

### 3.1 Valutazione della qualità del Rooibos<sup>4</sup>

Le attuali normative sudafricane relative alla qualità gli standard per il Rooibos riguardano il contenuto di umidità, i pesticidi residui, la contaminazione microbica e la percentuale di steli bianchi consentiti. Il gusto, l'aroma e il colore sono definiti in modo vago e con termini privi di un effettivo significato; ad es. "il tè dovrebbe avere il gusto e il profumo pulito caratteristici e il colore chiaro distintivo del Rooibos" con i termini "caratteristici" e "distintivo" che non hanno un significato preciso né degli standard di riferimento. Un altro termine utilizzata dall'industria è "tipico". Ciò significa che i produttori hanno la libertà di stabilire i propri standard di qualità in termini di colore, sapore e sensazione in bocca degli infusi di Rooibos. Inoltre, le classificazioni di qualità "Super" e "Choice" hanno solo un significato nel contesto di uno specifico marchio di vendita al dettaglio.

In passato lo status di "senza caffeina" e "a basso contenuto di tannini" del Rooibos ha costituito la base del messaggio di salubrità per i consumatori. Attualmente, l'attività antiossidante del Rooibos, oltre al suo sapore gradevole, contribuisce alla sua popolarità sui mercati internazionali. Tuttavia, il prodotto compete in un mercato saturo di prodotti "ricchi di antiossidanti" che lo utilizzano anche come confronto. Di fronte a tale concorrenza, la qualità del tè Rooibos dovrebbe quindi assumere un nuovo significato.

#### 3.1.1 Qualità sensoriale

Affinché i parametri delle proprietà sensoriali del Rooibos, 'caratteristico', 'tipico' e 'distintivo' abbiano un valore, devono avere lo stesso significato per tutti gli attori dell'industria del Rooibos, compresa l'industria globale. Per questo motivo è stata



sviluppata una scheda descrittiva nota meglio come ruota sensoriale “sensory wheel” (in inglese) del sapore e delle sensazioni in bocca, che incorpora sia gli attributi sensoriali positivi che negativi, per un totale di 17 descrittori. Un gran numero di campioni sono stati analizzati per riuscire a trovare i descrittori finali più frequenti. Attualmente è in corso un aggiornamento di tale scheda con l’inclusione dei dati derivanti dall’analisi di una seconda stagione del raccolto. Per facilitare l’interpretazione dei descrittori è stato anche sviluppato un lessico sensoriale preliminare per alcuni dei descrittori. Un lessico sensoriale è un insieme di parole che descrivono gli attributi sensoriali di un prodotto, unitamente a definizioni e/o standard di riferimento.

La scheda sensoriale permetterà una migliore comprensione e apprezzamento per le caratteristiche sensoriali del Rooibos. Questo darà nuove opportunità ai prodotti di nicchia con sapori specifici come tè prodotti da aziende locali o tè originari di una particolare zona con condizioni climatiche e del suolo caratteristiche che potrebbero impartire sfumature di sapore dominanti, ad es. caramello o floreale.



### 3.1.2 Altri parametri qualitativi

L’industria del Rooibos è sempre più interessata all’utilizzo del contenuto di polifenoli e dell’attività antiossidante soprattutto per scopi di marketing, nonché per il controllo della qualità degli estratti destinati ai mercati nutraceutici e cosmeceutici. La grande variabilità nell’attività antiossidante dei diversi lotti di produzione di Rooibos potrebbe, tuttavia, erodere la fiducia del cliente nel prodotto, in particolare i clienti interessati alla produzione di prodotti a valore aggiunto come le polveri di estratto di Rooibos che dovrebbero soddisfare un livello di attività antiossidante

predeterminato. Classificando i Rooibos in base alla composizione e/o ai livelli di attività antiossidante, gli operatori di marketing sarebbero in grado di garantire livelli minimi e coerenza nei prodotti. I produttori sarebbero anche in grado di fondere diversi lotti per raggiungere un livello antiossidante predeterminato. Attualmente sono stati considerati ben tre potenziali parametri oggettivi di qualità; il contenuto di solidi idrosolubili, la capacità antiossidante totale (TAC) e il contenuto totale di polifenoli (TPC).

Molti ricercatori hanno dimostrato che per specifiche classi di prodotti, diversi test di attività antiossidante correlano bene con il TPC. Un'ottima correlazione si ottiene tra il test ABTS e il TPC; è interessante inoltre notare che anche il contenuto di aspalatina negli estratti non fermentati di Rooibos è correlato con l'attività antiossidante misurata con il test ABTS.

È però necessario fare molta attenzione quando si analizzano i risultati di attività antiossidante. Il confronto diretto tra i risultati di attività antiossidante ottenuti da diverse fonti deve tenere conto dei diversi dosaggi utilizzati nei test che possono avere una grande influenza sui valori ottenuti. Sono disponibili una miriade di test per la determinazione dell'attività antiossidante di cibi e bevande. Generalmente il test ORAC (capacità di assorbimento radicale dell'ossigeno) è quello più utilizzato dall'industria nutraceutica americana per "quantificare" la capacità antiossidante totale degli estratti.

### **3.2 L'impatto della pastorizzazione sul profilo sensoriale e la composizione fenolica della pianta (*Aspalatus Linearis*) e sulle infusioni<sup>6</sup>**

Il Rooibos è una tisana che si consuma comunemente in Sudafrica la cui popolarità globale è aumentata a dismisura negli ultimi anni; questa si prepara dalle fini foglie e dagli steli della pianta endemica del *Aspalathus linearis*.

Il Rooibos viene perlopiù consumato nella sua forma "fermentata" (rosso) che ha un sapore caratteristica che può essere descritto come una combinazione di sentore di miele, legnoso ed erbaceo-florescente con un gusto leggermente dolce e una sottile

astringenza. Non contiene caffeina, che potrebbe contribuire ad un gusto amaro. Il sapore gioca un ruolo prominente nella classificazione del Rooibos. I parametri sensoriali caratteristici, sopra descritti sono associati a tè di alta qualità mentre sentori come quello di "erba verde" e note aromatiche "simili al fieno", che



sono indesiderabili in alcuni prodotti, potrebbero avere un impatto negativo sulla qualità indicando una scarsa fermentazione.

La lavorazione commerciale del Rooibos consiste nella triturazione dei germogli seguita da una bagnatura con acqua e da una battitura per avviare un'ossidazione chimica ed enzimatica che prosegue nel processo di fermentazione notturna, che avviene a temperatura ambiente e che è seguito infine dall'asciugatura al sole del



giorno successivo. Prima del confezionamento il prodotto essiccato e setacciato viene pastorizzato a vapore a 96°C per 60 s per garantire la sicurezza microbiologica del prodotto finale.

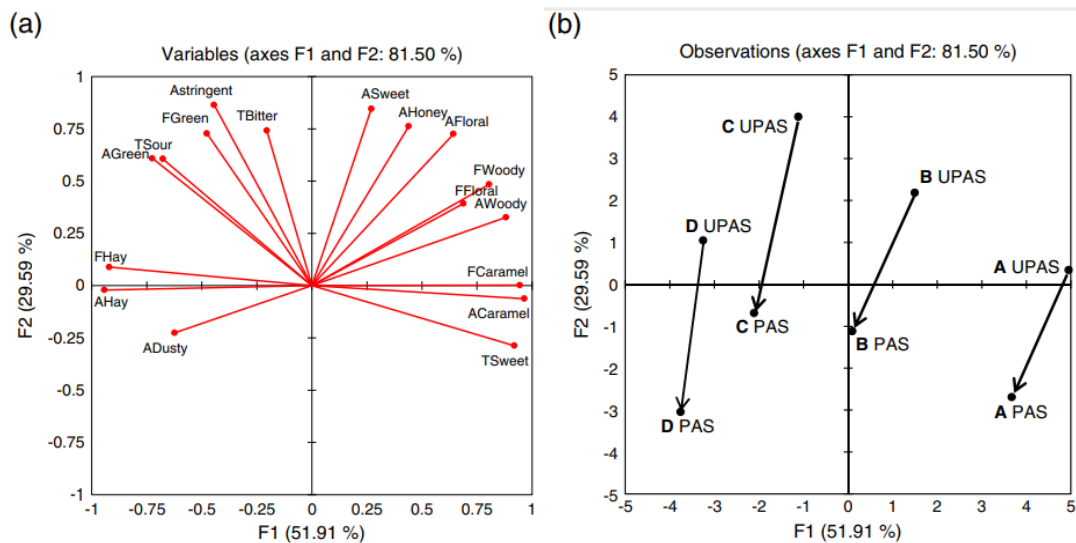
Dopo l'introduzione negli anni '80 della pastorizzazione a vapore, i consumatori hanno notato un ammorbidimento del sapore e lo sviluppo di un "aroma medicinale". Ciò ha portato all'ottenimento di un prodotto più accettabile per alcuni consumatori mentre altri preferivano il sapore del Rooibos non pastorizzato.

Questi cambiamenti nella qualità sensoriale degli infusi di Rooibos dovuti alla pastorizzazione a vapore, inizialmente, non erano scientificamente comprovati, né tali cambiamenti venivano accuratamente descritti o quantificati. Recentemente è stata sviluppata la ruota sensoriale del Rooibos che riassume la variabilità degli attributi sensoriali delle infusioni di Rooibos. Lo sviluppo della ruota sensoriale ha messo le basi per i successivi studi sulla qualità sensoriale del Rooibos, in quanto ha fornito la terminologia necessaria con cui possono essere descritte e quantificate le variazioni del profilo sensoriale del Rooibos.

L'obiettivo di questo studio è stato quindi quello di determinare l'effetto della pastorizzazione a vapore effettuata su foglie e steli di Rooibos fermentati, sulle caratteristiche sensoriali dell'infuso profilandone i cambiamenti negli attributi di aroma, sapore, gusto e sensazione in bocca. Inoltre, è stata esaminata la composizione fenolica delle infusioni di Rooibos mediante HPLC–DAD (cromatografia liquida ad alte prestazioni con rivelazione a serie di diodi) in relazione ai cambiamenti del profilo sensoriale per determinare se i cambiamenti di composizione dei composti non volatili, possono essere associati a cambiamenti nel gusto e nelle caratteristiche gustative. Sono stati determinati anche i solidi solubili (SS) ed il contenuto di polifenoli totali (TPC).

Per analizzare l'effetto della pastorizzazione a vapore sulle caratteristiche sensoriali delle infusioni di Rooibos i dati ottenuti dall'analisi sensoriale di diversi lotti di Rooibos di diversa qualità (grado A, B, C, D) sono stati sottoposti ad analisi statistica multivariata (PCA). Tale analisi ha permesso di posizionare i diversi sensori associati agli infusi nei diversi quadranti del grafico riportante i valori di "loading". Dal grafico si può vedere che gli attributi positivi (a destra), cioè gli attributi sensoriali tipicamente associati al Rooibos di buona qualità, sono separati dagli attributi negativi (a sinistra): la maggior parte degli attributi, ad eccezione dell'aroma "polveroso", "di fieno" di "caramello" e del gusto "dolce", sono distribuiti nei due quadranti superiori. Fatta eccezione per l'astringenza, le lettere "A", "F" e "T" davanti al nome dell'attributo si riferiscono rispettivamente agli attributi di aroma (A), sapore (F) e gusto (T).

Dal grafico degli "score" ottenuti, dove i termini UPAS e PAS si riferiscono rispettivamente a campioni non pastorizzati e pastorizzati, mentre le lettere A, B, C, D si riferiscono alla qualità (grado) del tè Rooibos, si può vedere come i campioni di Rooibos si dispongono da destra verso sinistra al diminuire della qualità e cioè passando dal Rooibos di grado A di alta qualità al Rooibos di grado D di bassa qualità. Inoltre, sul grafico i campioni UPAS sono posizionati nei quadranti superiori mentre i campioni PAS sono posizionati nei quadranti inferiori.



Questo indica una diminuzione nell'intensità degli attributi a seguito della pastorizzazione a vapore.

L'intensità degli attributi al palato, e cioè i sapori "legnoso", "floreale" e "di erba", il gusto "aspro" e l'astringenza sono leggermente, ma significativamente inferiori nei campioni PAS. La variazione percentuale dell'intensità media dell'attributo tra i campioni UPAS e PAS è stata calcolata per determinare quali attributi diminuissero maggiormente di intensità. Gli attributi che mostrano di gran lunga i maggiori cambiamenti di intensità sono aroma e sapore mentre gli altri attributi non sono diminuiti in modo sostanziale con la pastorizzazione a vapore.

L'effetto della pastorizzazione a vapore sui parametri chimici e strumentali è riassunto invece nella Tabella sottostante dove sono riportati i valori medi per i contenuti di SS, TPC, di composti fenolici monomerici, e per la misurazione del "colore

totale" dell'integrale dello spettro di assorbanza (AUC) per i campioni non pastorizzati (UPAS) e pastorizzati (PAS).

Parameter	UPAS	PAS
SS (mg/L)	2240.0 a	2197.3 b
TP (mg GAE/L)	624.98 a	613.11 b
AUC	134.34 a	123.61 b
Aspalathin <sup>a</sup>	16.66 a	15.83 b
Iso-orientin <sup>a</sup>	27.28 a	27.06 a
Orientin <sup>a</sup>	20.62 a	20.59 a
Vitexin <sup>a</sup>	12.49 a	12.37 a
Hyperoside <sup>a</sup>	5.01 a	4.99 a
Rutin <sup>a</sup>	7.47 a	7.39 a
Quercetin-3-O-glc <sup>a</sup>	1.81 a	1.78 a
Iso-vitexin <sup>a</sup>	7.38 a	7.30 a
Luteolin-7-O-glc <sup>a</sup>	2.45 a	2.43 a
Quercetin <sup>a</sup>	1.00 a	1.00 a
Luteolin <sup>a</sup>	0.43 a	0.43 a
Chrysoeriol <sup>a</sup>	0.32 a	0.32 a
PPAG <sup>a</sup>	11.15 a	11.12 a
Nothofagin <sup>a</sup>	1.25 a	1.22 a

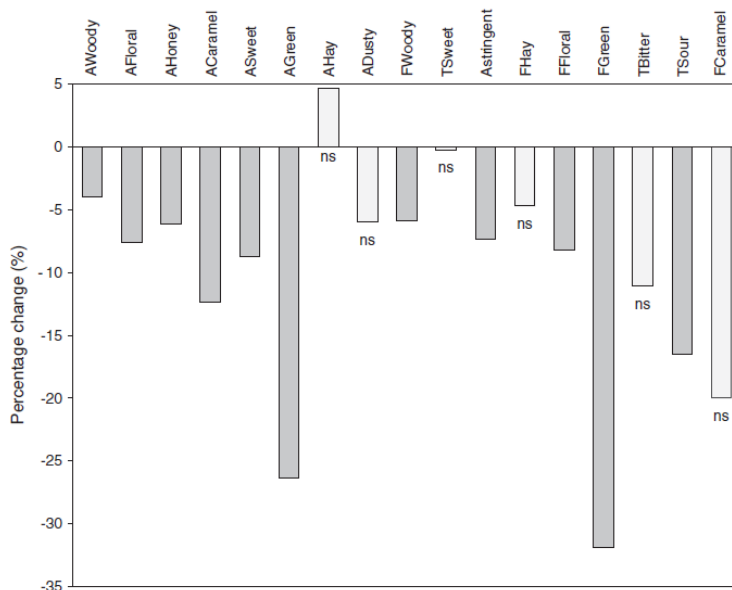
SS = soluble solids, TP = total polyphenols, AUC = area under curve, PPAG = phenylpyruvic acid-2-O-glucoside, glc = glucoside.

Values in the same row with different letters are significantly different. ( $P < 0.05$ ) after significantly different.

<sup>a</sup> Parameters given in mg/L

I contenuti di SS, TPC e aspalatina, così come il "colore totale" sono significativamente più alti nei campioni UPAS rispetto ai campioni PAS. Il contenuto di tutti gli altri singoli composti fenolici non cambia invece in modo significativo, sebbene tutti i composti, ad eccezione della quercetina, della luteolina e del crisoeriol sono leggermente inferiori per i PAS.

Il contenuto di SS e il contenuto di TPC sono fortemente correlati e pertanto si può



concludere che la diminuzione dei solidi solubili, come risultato della pastorizzazione a vapore, è dovuto principalmente alla diminuzione del livello di polifenoli solubili. Tuttavia, ad eccezione dell'aspalatina, nessuno dei singoli

componenti fenolici è significativamente inferiore dopo la pastorizzazione a vapore. questo può essere spiegato con la formazione di composti polimerici come è stato dimostrato in numerosi altri studi che coinvolgono tè o altri prodotti alimentari. Inoltre, è stato dimostrato che le reazioni di ossidazione provocano la conversione dell'aspatina in altri prodotti come la iso-orientina, l'orientina e altri composti dimerici e polimerici.

I polifenoli sono responsabili del sapore dolce o amaro e del sentore astringente, caratteristici di certa frutta o di bevande, a seconda della loro solubilità e della loro struttura. Per questo motivo sono stati presi in esame i cambiamenti nella quantità dei composti fenolici correlati con i cambiamenti del sapore acido, del sapore dolce, del sapore amaro o nelle sensazioni in bocca delle infusioni che possono in qualche modo essere messi in relazione con la composizione dell'infuso.

Dall'analisi è risultato che alcuni composti fenolici sono correlati con il sapore dolce (Iso-orientina, orientina, vitexina, quercetina 3-o-glicoside) ed altri con il sapore amaro (aspatina, crisoeriolo, notofagina, luteolina) mentre nessun composto fenolico è correlato con l'acidità. E' stato trovato anche che la quantità di diversi composti fenolici è correlata con il sentore legnoso. Per quanto riguarda invece l'astringenza la rutina è il composto più strettamente correlato oltre alla quantità dei solidi solubili.

Gli autori hanno quindi potuto concludere che la pastorizzazione a vapore del Rooibos ha comportato cambiamenti significativi nel contenuto di solidi solubili, nel contenuto totale di polifenoli e nella quantità di aspatina, oltre ad aver determinato cambiamenti nel colore. Tutti questi risultati possono essere in una certa misura attribuiti all'instabilità dell'aspatina durante il trattamento termico. Inoltre, è stato confermato che la pastorizzazione a vapore comporta piccoli ma importanti cambiamenti nelle caratteristiche sensoriali delle infusioni. La diminuzione del sapore erbaceo causato dalla pastorizzazione nei lotti di più bassa qualità potrebbe migliorarne la qualità sensoriale e potrebbe quindi essere vantaggiosa per la produzione industriale. Questo, in quanto il processo di pastorizzazione potrebbe essere utilizzato sui prodotti poco fermentati per annullare gli attributi negativi.

## Capitolo 4

### Proprietà Benefiche ed Utilizzi del Rooibos

#### 4.1 Proprietà Benefiche del Rooibos<sup>7</sup>

Per quanto riguarda gli effetti benefici che sono stati descritti per quanto riguarda il tè Rooibos (riferiti soprattutto al tè fermentato) possiamo così elencarli:

- *Il tè Rooibos è privo di caffeina e povero di tannini.*

Sebbene la caffeina possa portare alcuni benefici alla salute, non tutti possono consumarla in modo sicuro. Può interferire con il sonno, peggiorare l'ansia e causare effetti fisici come nervosismo e palpitazioni cardiache. La caffeina è presente nel tè nero, nel tè verde e nel caffè. Il tè Rooibos è una buona alternativa per le persone che desiderano ridurre l'assunzione di caffeina



o evitarla del tutto come ad esempio le persone incinte, i bambini e coloro che sono sensibili a tale sostanza. Inoltre, il tè rosso Rooibos contiene livelli molto bassi di tannini che sono composti presenti in natura in molti alimenti vegetali, e che interferiscono con l'assorbimento del ferro da parte del corpo, in particolare il ferro non eme, che è la forma che proviene dagli alimenti a base vegetale.

- *Il tè Rooibos contiene diversi antiossidanti, con la varietà verde che contiene livelli più alti rispetto al rosso. Alcuni degli antiossidanti più importanti nel tè sono l'aspatina e la quercetina.*



Gli antiossidanti sono importanti per la salute umana perché impediscono ai radicali liberi di danneggiare le cellule del corpo. I risultati di uno studio sugli animali sul tè Rooibos suggeriscono che può migliorare lo stato antiossidante del fegato. Studi sugli esseri umani hanno scoperto che il consumo di tè Rooibos aumenta i livelli di antiossidanti nel corpo, ma che gli effetti sono piccoli e svaniscono rapidamente; tuttavia, altre ricerche suggeriscono che il tè non ha alcun effetto sui livelli di antiossidanti nel sangue.

- *Il tè Rooibos può fornire benefici cardiovascolari. Può anche tenere sotto controllo i livelli di colesterolo, sempre per la presenza di antiossidanti che sono molecole importanti per la salute del cuore.*

In uno studio del 2011, 40 persone a rischio di malattie cardiovascolari hanno bevuto sei tazze di tè Rooibos al giorno per 6 settimane. Alla fine di questo periodo, i partecipanti avevano ridotto



significativamente i livelli di lipoproteine a bassa densità, o colesterolo “cattivo”, e avevano aumentato significativamente i livelli di lipoproteine ad alta densità, o colesterolo “buono”, rispetto al gruppo di controllo. Il tè Rooibos può anche migliorare la salute del cuore inibendo l'enzima di conversione dell'angiotensina (ACE), che aumenta la pressione sanguigna. Un piccolo studio riportato che il tè Rooibos ha inibito l'attività dell'ACE 30-60 minuti dopo il consumo.

- *La ricerca suggerisce che gli antiossidanti nel tè Rooibos possono avere un potenziale antidiabetico.*

Il tè Rooibos può aiutare le persone con diabete a tenere sotto controllo i livelli di zucchero nel sangue e quindi a ridurre il rischio di complicanze. Alcune ricerche effettuate su animali hanno dimostrato che l'aspalatina presente nel tè Rooibos, ha

un potenziale antidiabetico. L'aspatina può anche aiutare le persone con diabete a ridurre il rischio di infiammazione vascolare e aterosclerosi. Questi sono entrambi fattori che svolgono un ruolo nello sviluppo di problemi cardiaci.

- *Il tè Rooibos è privo di calorie, quindi può essere una buona bevanda per coloro che stanno cercando di perdere peso o mantenere un peso sano.*

Secondo i risultati di uno studio del 2014, il tè Rooibos può anche favorire la gestione del peso aumentando i livelli di leptina che è un ormone che aiuta a regolare l'assunzione di cibo e invia segnali al corpo che ha avuto cibo a sufficienza. Altri studi hanno mostrato che il Rooibos diminuisce la formazione di nuove cellule adipose e stimola il metabolismo dei grassi.

- *L'applicazione cutanea di Rooibos diminuisce la formazione di rughe.*

Uno studio del 2010 ha confrontato miscele cosmetiche a base di estratti di erbe in una base di gel. Gli estratti erano ginkgo, soia e una miscela di tè e Rooibos. I ricercatori hanno scoperto che la miscela di tè e Rooibos era la più efficace nel ridurre le rughe, mentre il ginkgo era il migliore per idratare la pelle. Tuttavia, è improbabile che bere il tè Rooibos fornisca notevoli benefici per la pelle.

## 4.2 Cibo o medicinale? Il vecchio dilemma<sup>4</sup>

La scoperta di Anniëke Theron nel 1968 che il Rooibos contribuiva a lenire le coliche del suo bambino allergico, contribuì ad attribuire alla bevanda la reputazione di "bevanda salutare" dei tempi moderni, anche se tali scoperte aneddotiche furono accolte con scetticismo da parte degli scienziati che erano stati interpellati per un commento. La diffusione di tali aneddoti sui giornali ed alla radio hanno però fatto sì che il valore terapeutico del Rooibos per i bambini con coliche sia diventato di dominio pubblico.

Nel 1985 si osservava che il tè Rooibos è utilizzato principalmente all'estero per il suo valore medicinale ed è quindi diventato popolare come medicina piuttosto che come tè. Questo fatto ha in qualche modo limitato la diffusione all'estero del tè Rooibos come bevanda fino a quando il cambiamento dell'atteggiamento dei consumatori sugli alimenti "anti-invecchiamento" (o anti-age), ha messo il Rooibos

nella condizione di essere sfruttato per le sue proprietà benefiche e in particolare per la sua elevata attività antiossidante.

I ricercatori giapponesi sono stati i primi a studiare le proprietà antiossidanti e "anti-age" del Rooibos. Nel marzo 1992 venne pubblicato addirittura un fumetto per mettere in evidenza le proprietà "anti-età", del Rooibos, sulla pelle. Nel fumetto uno dei Manager del Rooibos Tea Board, vestito da bambinaia spinge il Direttore generale, in un passeggino, e chiede sbalordito alla segretaria di telefonare in Giappone per informarli che l'effetto "anti-età" aveva funzionato.



Nel fumetto troviamo il logo del Rooibos Tea Board, che simboleggia una tazza di tè Rooibos con il vapore che sale, che forma il passeggino. Al di là della propaganda e della pubblicità, da allora, sia in Sudafrica che in Europa sono stati portati avanti molti studi sulle potenziali proprietà benefiche per la salute del Rooibos.

Fino ad oggi sono stati invece molto limitati gli studi per valutare le proprietà salutari del Rooibos sull'uomo in relazione alla biodisponibilità dei flavonoidi tipici del prodotto, in particolare l'aspatina. Affinché un composto possa esercitare un effetto in vivo, infatti deve raggiungere il/i tessuto/i bersaglio: in prima istanza è stata quindi valutata la presenza dell'aspatina nel plasma o nell'urina. Tutti gli studi

hanno mostrato una scarsa biodisponibilità per l'aspatina, ma a dispetto di questo è stata trovata una sua importante bio-attività in vivo come effetto ipoglicemizzante, che conferma la sua importanza e la rilevanza di questo flavonoide tipico del Rooibos.



Come si può notare, naturalmente dalle immagini qua sopra riportate, ci sono diverse aziende che vendono il tè da rooibos sotto più formati e da parte di diverse marche. In particolare, entrando nel merito, spiccano ed emergono aziende, tra cui la nota multinazionale inglese Twinings mentre in Italia nella provincia autonoma di Bolzano abbiamo la Pompadour.

Per aumentare la diffusione commerciale del Rooibos come bevanda "antiossidante", è comunque necessario un ulteriore approfondimento delle sue proprietà in questo senso visto l'aumento dell'offerta di prodotti con attività antiossidante sul mercato: di fatto sono molti i prodotti con le medesime proprietà degli infusi prodotti con questa pianta.

Il mercato è costantemente alla ricerca nuovi prodotti che hanno molto di più da offrire oltre ad un alto contenuto di antiossidanti e ad una attività di modulazione dello stress ossidativo. Oggigiorno i mercati si stanno muovendo verso prodotti contenenti antiossidanti specifici per determinate condizioni, e in particolare quelli indicati contro le infiammazioni.

Per quanto riguarda il Rooibos vi è inoltre un'informazione nutrizionale errata che alcune aziende utilizzano nella loro attività promozionale e possiamo leggere frequentemente nelle pagine web, che è quella che evidenzia il suo alto contenuto di acido ascorbico e minerali che erano stati determinati però con un metodo poco attendibile.

In conclusione, possiamo affermare che il Rooibos ha un ruolo effettivo per quanto riguarda l'attività ipoglicemica, antiinfiammatoria (in assenza di danneggiamenti nei tratti intestinali), gastro-protettiva e, per finire, epatoprotettiva. Tuttavia, sebbene siano note le sue proprietà benefiche per l'organismo non possiamo definirlo come un medicinale.

### 4.3 Altri utilizzi<sup>8</sup>

Gli effetti benefici del Rooibos sono dovuti perlopiù alla presenza di aspalatina e proprio a causa di tali proprietà il Rooibos è divenuto popolare anche come ingrediente naturale e viene quindi utilizzato in vari prodotti nutraceutici e cosmaceutici per la protezione da diverse condizioni. Studi percutanei hanno mostrato un certo grado di assorbimento attraverso la pelle, supportandone l'uso in preparazioni cosmetiche.

Ed è per questo che questa erba autoctona, il Rooibos, ha anche attirato l'attenzione di molte case di bellezza locali e internazionali che hanno incorporato gli estratti di Rooibos nei prodotti per la cura della pelle, dei capelli e delle unghie, così come nel trucco e persino nelle fragranze. Gli estratti di Rooibos contengono ingredienti vegetali concentrati che sono ricchi di antiossidanti e aiutano a prevenire rughe, e acne. E' proprio per l'elevata concentrazione di composti polifenolici e di composti antiossidanti il Rooibos riduce le rughe e stimola la produzione di cellule cutanee sane.

Gli alti livelli di flavonoidi nel Rooibos aiutano anche a migliorare i disturbi della pelle come l'eczema. Le sue proprietà antinfiammatorie naturali aiuteranno a lenire e alleviare la pelle infiammata. Le bustine di tè Rooibos possono essere applicate direttamente sulla pelle interessata per alcuni minuti.

L'infiammazione è una delle principali cause di acne e quando la pelle è danneggiata, è più vulnerabile ai batteri che possono aggravare l'acne. Oltre alla risposta antinfiammatoria del tè, contiene anche proprietà antibatteriche che aiutano a combattere l'acne.

I polifenoli o antiossidanti nel tè Rooibos rafforzano anche i follicoli piliferi e promuovono capelli lucidi e morbidi. Risciacqua i capelli almeno una volta alla settimana con un forte infuso di tè Rooibos raffreddato per ciocche luminose. Questo è anche un bene per il trattamento di un cuoio capelluto secco, pruriginoso o irritato.

Anche gli occhi stanchi e sensibili possono essere trattati con Rooibos tiepido. Mettere le bustine di tè sulle palpebre o sciacquare delicatamente gli occhi con il tè.

Il rooibos è anche ipoallergenico ed è quindi ideale per le persone con pelle sensibile.

## Conclusioni

Dagli esperimenti e dalle analisi effettuate, emerge principalmente che da una pianta subtropicale ci siano diversi composti chimici di interesse alimentare; composti che si trovano nel Rooibos, ma presenti in diverse percentuali.

Alla fin dei conti si può notare di come dinanzi a una pianta, la quale risulta essere poco nota e diffusa, soprattutto sugli scaffali della grande distribuzione organizzata italiana, ci sia una lunga storia fatta di piccole ma importanti scoperte che si sono susseguite le une alle altre.

L'aspalatina, la sostanza più abbondante nella pianta, sebbene sia una molecola poco diffusa e conosciuta in ambito alimentare, si è scoperto che possiede delle eccezionali proprietà antiossidanti, che vengono ritenute responsabili dei benefici per la salute da parte della pianta stessa.

Si è scoperto anche cosa succede durante i processi ossidativi della molecola e i composti che da essa ne derivano.

Dunque, è stata riportata ripetutamente la sua azione di prevenzione contro gli attacchi dei radicali liberi in quanto antiossidante.

Naturalmente il Rooibos (*Aspalathus Linearis*) non è il solo e unico vegetale superiore che possiede proprietà antiossidanti in Sudafrica, men che meno negli altri continenti del mondo.

Tuttavia, è possibile constatare che i livelli, in tonnellate, di vendite del Rooibos su base annua nel mondo, sono tornate a livelli superiori alla crisi mondiale del 2008 nel 2014, e ad oggi è un prodotto esportato dalle regioni occidentali sudafricane in tutti i continenti del mondo.

## Bibliografia e sitografia

1. Barends-Jones, V. (2020), *Rooibos Tea: The story of the Overberg, The agriculture western Cape Government*, <https://www.elsenburg.com>
2. Joubert E., de Beer D., (2014), Chapter 14 - Antioxidants of Rooibos Beverages: Role of Plant Composition and Processing, Ed. Victor Preedy, *Processing and Impact on Antioxidants in Beverages*, Academic Press, Pages 131-144, ISBN 9780124047389, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-404738-9.00014-3>
3. Chaudhary S.K., Sandasi M., Makolo F., van Heerden F.R., Viljoen A.M. (2021) *Aspalathin: a rare dietary dihydrochalcone from Aspalathus linearis (rooibos tea)*. *Phytochem Rev* 20, 1161–1192. <https://doi.org/10.1007/s11101-021-09741-9>
4. Joubert E., de Beer D., (2011) *Rooibos (Aspalathus linearis) beyond the farm gate: From herbal tea to potential phytopharmaceutical*. *South African Journal of Botany*, 77, 869–886. <https://doi:10.1016/j.sajb.2011.07.004>
5. Damiani, E.; Carloni, P.; Rocchetti, G.; Senizza, B.; Tiano, L.; Joubert, E.; de Beer, D.; Lucini, L. (2019) *Impact of Cold versus Hot Brewing on the Phenolic Profile and Antioxidant Capacity of Rooibos (Aspalathus linearis) Herbal Tea*. *Antioxidants*, 8, 499. <https://doi.org/10.3390/antiox8100499>
6. Koch I.S., Muller N., de Beer D., Næs T., Joubert E. (2013) *Impact of steam pasteurization on the sensory profile and phenolic composition of rooibos (Aspalathus linearis) herbal tea infusions*, *Food Research International*, 53(2), 704-712, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.10.017>
7. Wilson D.R. (2018) *7 benefits of rooibos tea*, *Medical News Today* <https://www.medicalnewstoday.com>
8. ROOIBOS COUNCIL, *Demand for rooibos beauty and body products continues to grow*, <https://sarooibos.co.za>



# Ringraziamenti

A i miei amici Lorenzo, Antonio, Filippo, Carlo e Alessandro,

Ai miei genitori che da sempre hanno creduto in me,

A tutti i miei cari familiari,

Ma soprattutto a me stesso, che ci ho creduto fino in fondo e non ho mai  
mollato.