



Varför kan man tvätta med tvättnötter (*Sapindus mukorossi*)?

- En litteraturstudie om de aktiva ämnena i tvättnötter och hur de fungerar vid tvätt av kläder.

Fakulteten för Landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap

Magdalena Fredriksson

2010

SLU, Sveriges Lantbruksuniversitet. Fakulteten för Landskapsplanering,
trädgårds- och jordbruksvetenskap, LTJ

Författare:

Magdalena Fredriksson

Titel:

Varför kan man tvätta med tvättnötter (*Sapindus mukorossi*)?

- En litteraturstudie om de aktiva ämnena i tvättnötter och hur de fungerar vid tvätt av kläder.

Engelsk titel:

Why is it possible to wash with soapnuts (*Sapindus mukorossi*)?

- A literary study about the active components in soapnuts and how they work when washing clothes.

Program/ utbildning:

Trädgårdsingenjörsprogrammet, Marknad 2010

Huvudområde:

Trädgårdsvetenskap

Nyckelord (6-10 st.):

Tvättnötter, *Sapindus*, saponin, renhet, tvättmedel, rengöring, lipofil, hydrofil

Handledare:

Docent Marie Olsson, område Hortikultur, LTJ-fakulteten, SLU.

Examinator:

Peter Anderson, område Växtskyddsbiologi, LTJ-fakulteten, SLU.

Kurstitel:

Kurskod:

Examensarbete för trädgårdsingenjörer

EX0364

Omfattning:

Nivå och fördjupning:

Grund AB

10 hp

Utgivningsort:

Månad, År:

Alnarp

Mars, 2010

Serie:

Omslagsfoto:

Självständigt arbete vid LTJ-fakulteten

Magdalena Fredriksson

Sammanfattning

Tvättnötter har används i både rengörande och i medicinska ändamål i olika delar av Asien sedan mycket lång tid tillbaka. Idag ses tvättnötter som ett miljövänligt alternativ till vanligt syntetiskt tvättmedel. Denna litteraturstudie syftar till att ge svar på vad det egentligen är i tvättnötterna som gör att dem fungerar som tvättmedel. De aktiva ämnena tillhör gruppen saponiner och är sekundära metaboliter som bland annat har som uppgift att försvara trädet från patogenangrepp. Saponiner finns vida utbredd inom växtriket, och vissa familjer och släkten har utmärkande höga koncentrationer vilket har fått namnge hela familjen eller släkten, t.ex. *Sapindaceae* och *Sapindus* vilka beskrivs närmare i början av litteraturstudien. Tvättnötter kan användas hela eller endast skalen samt i pulverform eller i flytande form efter processning. Precis som tvättmedel, tvål och såpa så har saponiner i tvättnötter uppbyggnaden med en polär (hydrofil) och en opolär (lipofil) del, varför de har samma förmåga att rengöra. Den lipofila delen består av en aglykon (sapogenin) och den hydrofila delen av grenade eller linjära kedjor av diverse monosackarider.

Summary

Soapnuts have been used as a cleaning detergent and medicine since ancient times in different parts of Asia. Today soapnuts are sold as an environmentally friendly alternative to common washing detergents. The aim of this literary study is to give an answer to what it is in the soapnuts that makes them work as a washing detergent. The active component belongs to a group of components called saponins which are secondary metabolites with the purpose to protect the tree from pathogen attacks. Saponins are widely spread in the vegetable kingdom and some of the families and species are so rich in saponins that their names are influenced by this, for example *Sapindaceae* and *Sapindus* which are mentioned in the beginning of this literary study. Soapnuts can be used as a whole fruit or only the pericarp but also as a powder or as a liquid detergent after processing the shells. Just like washing detergents and soap the saponins in soapnuts has a polar (hydrophilic) part and a non-polar (lipophilic) part which means that it has the same possibility to work as a cleaning detergent. The lipophilic part consists of an aglycone (sapogenin) and the hydrophilic part consists of a branched or linear chain made of different kinds of monosaccharide.

Innehållsförteckning	sida
1. Introduktion	6
1.1 Bakgrund	6
1.2 Hypotes och syfte	6
1.2.1 Hypotes	6
1.2.2 Syfte	6
1.3 Avgränsningar	6
1.4 Frågeställningar	6
2. Material och metoder	7
2.1 Litteraturstudie	7
3. Resultat	7
3.1 Allmänt om tvättnötter	7
3.1.1 Beskrivning av familjen <i>Sapindaceae</i>	7
3.1.2 Beskrivning av släkten <i>Sapindus</i>	8
3.1.3 Tvättnötternas användningsområden och produkter som tillverkas av dem	9
3.1.3.1 Hela tvättnötter	9
3.1.3.2 Flytande tvättmedel	10
3.1.3.3 Tvättmedel i pulverform	10
3.1.3.4 Hygienprodukter	11
3.1.3.5 Övriga användningsområden	11
3.1.3.6 Ätliga tvättnötter	12

3.1.3.7 Hur man tvättar med tvättnötter	13
3.2 Saponiner	13
3.2.1 Beskrivning av vad saponiner är kemiskt	13
3.2.2 Saponinernas egenskaper - när fungerar de och varför?	14
3.2.3 Vart man hittar dem	16
3.2.4 Saponinernas olika användningsområden	17
3.3 Jämförelse med vanligt tvättmedel och såpa	17
3.3.1 Hur fungerar tvättmedel?	17
3.3.2 Hur fungerar såpa?	18
4. Diskussion och slutsatser	19
4.1 Diskussion	19
4.1.1 Saponin - den aktiva tensiden i tvättnötter	19
4.1.2 Varför kläderna blir rena när tvättnötter används	19
4.1.3 Miljömässiga aspekter	20
4.1.4 Tvättnötternas effektivitet jämfört med syntetiskt tvättmedel	20
4.1.5 Informationssökning om tvättnötter	21
4.1.6 Områden för eventuella framtida studier	22
4.2 Slutsatser	22
5. Referenslista	24

1. Introduktion

1.1 Bakgrund

Under de senaste åren har miljöintresset bara ökat och ökat. Nya produkter kommer ständigt ut på marknaden som bekräftar trenden. Tvättnötter har inom Europa blivit uppmärksammande i Frankrike, England och Tyskland som ett miljövänligt alternativ till vanligt tvättmedel och tendenser finns nu till att de är på uppåtgående även i Sverige. Denna litteraturstudie syftar till att ge svar på vad det egentligen är i tvättnötterna som gör att de fungerar som tvättmedel.

1.2 Hypotes och syfte

1.2.1 Hypotes

Tvättnötter kan användas som ett alternativt tvättmedel till syntetiska tvättmedel.

1.2.2 Syfte

Funderingar finns på att försöka lansera tvättnötter som ett alternativ till vanligt tvättmedel som man kan köpa i dagligvaruhandeln. Just nu finns de endast att köpa via Internet och i specialbutiker. En fördjupad kunskap kring produkten kan bidra och ligga till grund vid lansering i Sverige.

1.3 Avgränsningar

Jag har valt att avgränsa mitt arbete till en litteraturstudie kring de aktiva ämnena i tvättnöten. I viss omfattning kommer jag också att skriva om dess olika användningsområden. Även hur marknaden ser ut här i Sverige för produkten (mer som en marknadsundersökning) är intressant men ryms inte inom denna studie.

1.4 Frågeställningar

De frågeställningar som jag har arbetat utifrån är följande;

Vad är det i tvättnötter som gör att man kan tvätta kläder med dem?

Hur fungerar de/ det ämnet? Hur skiljer sig tvättnötens aktiva ämnen jämfört med andra ämnen med samma funktion i till exempel vanligt tvättmedel?

2 Material och metoder

2.1 Litteraturstudie

För att få en överblick av området började jag med att ta reda på hur tvättnötter är besläktade och hur den traditionella användningen av de ser ut. På Internet finns många icke vetenskapliga sidor med intressant information om tvättnötter men för att kunna använda informationen har det varit nödvändigt att hitta bekräftande uppgifter i vetenskaplig litteratur. I de fall då ingen bekräftande information har funnits har jag valt att inte använda den källan.

Litteraturen har bestått i böcker i tryckt form, böcker på Internet via Google böcker samt artiklar från bland annat Web of Knowledge, Nationalencyklopedin och Science Direct. I vissa fall har artiklar funnits men varit på t.ex. kinesiska. Detta innebär att det finns mer information i ämnet än som var tillgängligt pga. språkproblem.

3 Resultat

3.1 Allmänt om tvättnötter

3.1.1 Beskrivning av familjen *Sapindaceae*

Familjen *Sapindaceae* (sv. Kinesträdsväxter (NE, 2010) eller Såpbärsträdsväxter (Salomon, 2008)) tillhör dikotyledonerna och innefattar ca 2000 arter av buskar och träd samt 300 arter av lianer. Karakteristiskt för familjen är att de har strödda eller spiralställda blad vilka kan vara antingen regelbundna eller oregelbundna (NE, 2010). Bladen kan vara parbladiga, hela, fingrade eller handflikiga. Blomställningen kan vara antingen sido- eller toppställd och är alltid cymös samt hypogyn. Det förekommer både dioika och monoika arter med fyra till tio ståndare, vanligast är dock åtta ståndare vilka är papillösa eller håriga (Salomon, 2008). Blommorna kan vara antingen en- eller tvåkönade och är samlade i knippen (NE, 2010). Kronblad saknas antingen helt, eller så är de fribladiga, medan foderbladen också är fribladiga eller något sambladiga. Utväxter förekommer basalt på kronbladens ovansida (Salomon, 2008).

Det synkarpa gynoeciet kan ha högst tre karpeller med gemensamt stift eller fria stift. Per karpell finns upp till två fröanlag (Salomon, 2008). Frukterna som bildas är hos några släkten ätliga, t ex. litchi, akee och rambutan och hos andra oätliga t ex. tvättnötter (NE, 2010). Frukten kan antingen bestå av en sprickkapsel, en klyvfrukt, en stenfrukt eller ett bär

(Salomon, 2008). Växterna används, förutom för oljetillverkning och tvättnötsproduktion, som prydnadsträd längs med vägar och i trädgårdar i de länder med där det är tropiskt eller subtropiskt klimat (NE, 2010). Systematiken hos familjen Sapindaceae enligt USDA (2010):

Rike	Plantae	Växter
Underrike	Tracheobionta	Vaskulära växter
Superdivision	Spermatophyta	Fröväxter
Division	Magnoliophyta	Blommande växter
Klass	Magnoliopsida	Dikotyledoner
Underklass	Rosidae	
Ordning	Sapindales	
Familj	Sapindaceae	Såpbärsfamiljen

Arten *Sapindus falcifolius* tros ha uppkommit under kritatiden (Westrin, 1916) dvs. 146-66 miljoner år före nutid (NE, 2010). Den närmsta släktingen till *S. falcifolius* idag är *S. marginatus* som finns de södra delarna av Amerika (Westrin, 1916).

3.1.2 Beskrivning av släkten *Sapindus*

Tvättnötter tillhör släktet *Sapindus* vilket består av 13 arter. Det är buskar, träd och klängväxter med parbladiga blad vilka antingen är vintergröna eller lövfällande (Cheers, 2003). Bladen är 5-15 cm långa. Ju längre ut på grenen de sitter desto tätare sitter bladparen (totalt 5-10 småbladspår per blad). Trädet blir ca 18 meter högt och i genomsnitt 1,8 meter i diameter. Dess bark kan variera i färg från brun till grönaktigt grå, samt ljus grå, och är ganska slät med tunna vertikala sprickbildningar (Shilpa, 2003). Blommorna är små och femtaliga med färger från vitt till gult och orange. Blommans ståndare är utmärkande hårig (Cheers, 2003). Blomman är ofta radiärsymmetriska, rikblommande och hänger i knippen. De blir sedan en ovingad klyvfrukt vilken har 1-3 delfrukter (Westrin, 1916). De runda frukterna som är ca 2 cm i diameter har ett köttigt och läderartat skal, som är något veckat och som innehåller saponiner, vilka ger ett karakteristiskt löddrigt skum när man skakar dem i vatten och har därför under lång tid använts som tvättmedel. För att *Sapindus*-arterna ska trivas och ge frukt krävs mycket sol och väl-dränerad jord. Förökning av växten kan ske antingen från frön eller med sticklingar (Cheers, 2003).

De viktigaste arterna för tvättnötsproduktion är *Sapindus saponaria* som främst finns i Amerika, *S. laurifolius* i södra Asien samt *S. mukorossi* Gaertn. i Japan och Kina (Westrin, 1916). *S. mukorossi* är också vida utbredd i Taiwans låglandsskogar (under 1000 meters höjd) samt i Indien (Shiau *et al.*, 2009). *S. mukorossi* och *S. emarginatus* etablerades först i norra Indien och spreds med tiden söderut för att också etableras i de södra delarna av landet (Sree *et al.*, 1992). Idag är *S. mukorossi* vanligast i norra Indien och *S. trifoliatum* L. syn. *S. laurifolius* Vahl. vanligast i södra Indien. Arten *S. rarak* DC. förekommer också (Sarkar *et al.*, 2006).

S. mukorossi odlas mycket på Indo-Gangetic slätterna i norra Indien (Bahar & Singh, 2007). I en studie utförd av Ruan & Huang (2006) visade det sig att tvättnötter från *S. mukorossi* i regel var större om de kom från Indien än från Taiwan och Vietnam. Mängden saponin i de indiska tvättnötterna var också högst med ca 67 % jämfört med ca 43 % i de vietnamesiska och 52-62 % i de taiwanesiska.

S. mukorossi växer på mellan 400 och 2000 meters höjd i Indien. De första 6-8 åren är tillväxttakten snabb för att sedan avta. Blomningen sker i maj, frukterna dyker upp i juli-augusti och hänger sedan kvar för att mogna under november och december. Arten är så användbar att den har blivit överexploaterad i Indien när man återplanterat skog. En större sortvariation hade varit mer naturlig i skogen. Groningsprocenten hos fröna varierar mellan 48- 65 %, vilket har ett samband med fröets storlek. Ju större fröet är, desto mer energi finns lagrat i endospermen, och därmed är chansen för groningen större. Fröets storlek varierar beroende på trädets ursprung och ålder (Bahar & Singh, 2007).

3.1.3 Tvättnötternas användningsområden och produkter som tillverkas av dem

3.1.3.1 Hela tvättnötter

Tvättnötter kallas ofta för Ritha eller Reetha i Indien. När man köper hela tvättnötter, eller skal av tvättnötter, är det ofta en mix av sorterna *S. mukorossi* och *S. laurifolius* som ingår (Gedeon, 1954).

De kan odlas i stora plantager. Om odlarna ingår i någon typ av kooperativ träffas man under blomningen och bestämmer ett kilopris utifrån hur mycket frukt det ser ut att bli. Frukterna plockas och torkas sedan i solljuset på ett mörkt underlag. När tvättnötterna torkat tillräckligt sorteras de för hand och fröna skiljs från skalen. Skalen packas sedan i säckar inför transport till de företag som har beställt (Chris, 2010).

Tvättnötsträd finns förutom i odlingar också vildväxande i skogen, i trädgårdar samt bredvid åkrar och fält. Träden kan ge en extra inkomst till den som äger t.ex. skogen eller åkermarken. Ett tvättnötsträd är mycket produktivt och det är inte sällan det ger en större tillgång än efterfrågan.

De torkade frukterna har flera års hållbarhet och blir inte märkbart sämre med tiden även om saponinhalten är som högst när de är färska. För att behålla den fukthalt som de har direkt efter torkningen kan man förvara dem i en lufttät behållare. Ju äldre såpnötter blir desto mörkare blir de i färgen (Sicurella, 2009).

Enligt Singh Jamwal (2009) kan tvättnötter ersätta både schampo, balsam och tvålar. En dekokt på tvättnötter kan göras och därigenom erhålls "tvättnötsjuice". Därpå kan de kvarvarande skalerna och fröna mixas ihop med vatten till flytande tvål. Det sägs göra huden len och mjuk och dessutom ger mer motståndskraftig till insektsbett. Håret ska bli glansigare, friskare, förebygga håravfall samt motverka mjäll.

Tvättnötter är mycket skonsamma mot textilier och har därför sedan urminnes tider använts till tvätt av olika tyger som t.ex. både ull och silke samt som rengöringsmedel i hemmet. Man har också använts dem för putsning och rengöring av smycken (Sarin & Beri, 1939). Fynd av tvättnötter har gjorts i de gamla romarnas gravar, samt radband gjorda av de runda svarta fröna (Westrin, 1916).

3.1.3.2 Flytande tvättmedel

Av tvättnötternas skal kan man göra ett flytande extrakt för att använda vid tvätt av kläder. Detta görs genom extraktion av saponinerna i vattenbad. Mest gynnsam vattentemperatur för extraktionen är vid 75 °C enligt Thöny (2006). Eftersom saponinerna är värmekänsliga är det inte önskvärt med allt för hög temperatur vid extraktion (Sree *et al.*, 1992). Det flytande tvättmedlet som man får av processen har inte bara tvättnötternas goda egenskaper utan kan också säljas, doseras och appliceras som ett vanligt tvättmedel (Thöny, 2006). En tvättnöt består i genomsnitt av 60,6 % skal och 39,2 % frö.

3.1.3.3 Tvättmedel i pulverform

Det finns också tillverkning av tvättmedel i pulverform. I den processen försöker man få fram så mycket rent saponin som möjligt. Pulvret är ljus gul-brunt och har pH 5-6. Processen inleds med att man delar frukterna i frön och skal. Skalerna behandlas sedan med vatten under

ca åtta timmar tills ett extrakt bildas. Den mjuka massan av fruktkött sållas bort (Sree *et al.*, 1992). Vid vattenextraktion löses inte bara saponinerna ut utan också proteiner, gummi, kåda och hartsprodukter, vilka måste renas bort för att få en acceptabel kommersiell produkt (Gedeon, 1954). Oorganiska salter som t.ex. ammoniumsulfat tillsätts sedan till extraktet och en utfällning av de rena saponinerna sker (Sree *et al.*, 1992). Den finns en metod som möjliggör återanvändning av 70-80 % av salterna. Den är patenterad och används i stor skala (Gedoen, 1954). Ämnen som gör saponinerna mer lättillgängliga i extraktet tillsätts strax innan de behandlas i torkutrymmen. Här tillsätts också dehydratiseringsämnen. Extraktet filtreras och förs till en destillationsenhet där ämnena som tillsattes för att tillgängliggöra saponinerna ”plockas ut” för att senare återanvändas i processen. Återstoden blandas upp med vatten för att till slut torkas till ett pulver genom spraytorkning. Ungefär 85 % av det totala saponininnehållet i tvättnötterna finns sedan i pulvret (Sree *et al.*, 1992).

Det finns också pulver av tvättnötter framställt genom torkning och malning av skalen (Sarin & Uppal, 1941). Tvättnötpulvret framställs genom lufttorkning av frukterna för att sedan avlägsna fröna och rosta skalen i 3-4 timmar i 110-130 °C. De torkade skalen både mals och silas därefter. Eftersom man rostar skalen kan det ge en ljus gulbrun färg på ljusa textilier men denna missfärgning kan enligt Sarin & Uppal (1941) enkelt sköljas ur med vatten.

3.1.3.4 Hygienprodukter

Enligt Shiau *et al.* (2009) tillsätts extraktet från *S. mukorossi* allt oftare till diverse hygienprodukter. Extraktet från tvättnötsskalen har länge varit en populär ingrediens i hår- och kroppsrengöringsprodukter i den taiwanesiska kulturen. Tester på tolv olika kommersiella produkter från Taiwan utfördes och resultaten visade att de innehöll väldigt olika höga halt av saponiner. Sapogeninen som man fann mest av i rengöringsprodukterna var hederagenin. Med anledning av detta anser Shiau *et al.* att standardiserade kvantifieringsmetoder borde införas för att konsumenten verkligen ska få vad han eller hon betalar för.

3.1.3.5 Övriga användningsområden

Saponiner som finns i tvättnötterna används också mycket i drycker, konfektyr och i kosmetika. Saponinerna i tvättnötterna har förutom sin rengörande förmåga emulgerande, farmakologiska och medicinska egenskaper, samt de är antimikrobiella, spermicidala och molluscidala (Shiau *et al.*, 2009). *S. mukorossi* är en mycket användbar art då andra delar av

trädet kan användas till torrfoder till djur samt till timmer. Det är vanligt att man använder veden som bränsle.

Fler användningsområden för ämnen i tvättnötter är mot överdriven salivproduktion, vid behandling av karies och i epilepsimedicin. Det hjälper till för att hålla konsistensen i flytande tvål och tandkräm, i brandsläckande medel och som insekticid. Vanligt förekommande är att kardemumma tvättas och bleks med hjälp av tvättnötter. Detta ökar färgen och smaken hos kryddan. Saponinet är dessvärre giftigt för fiskar. (Shilpa, 2003).

I denna litteraturstudie har jag inte funnit några vetenskapliga resultat för om saponiner kan brytas ner i reningsverk men när frågan ställdes till Cajsa Wahlberg (2010) som är miljökemist vid Stockholm Vatten VA AB svarade hon att ”alla tensider är per definition giftiga för vattenlevande organismer eftersom de sätter ned ytspänningen. (...) Så det viktiga är att använda lättnedbrytbara tensider, t ex i tvättmedel. Saponin är ändå en naturligt förekommande sådan och borde vara någorlunda lätt nedbrytbar”.

Försök har gjorts av Roy *et al.* (1997) att rengöra förorenad jord med hjälp av tvättnötsextrakt från *S. mukorossi*. De ytaktiva ämnena har förmågan att minska ytspänningen i vattenlösningen och bilda miceller när koncentrationen ligger under den kritiska micellkoncentrationen vilket kan lösa hydrofoba organiska sammansättningar. Förutom den rengörande effekten tycks det också förbättra tillväxten av båda aeroba och anaeroba mikroorganismer i jorden efter rengöring. Resultatet av rengöring med tvättnötsextrakt gav ett lika rent resultat som med rengöringsmedel med samma syfte som fanns på marknaden då testerna utfördes i slutet på 1990-talet.

Förutom skalets många användningsområden så har fröet ett högt oljeinnehåll på 38 %. Oljan är inte ätlig men används som biobränsle som man blandar ut diesel med till bilar, i medicinska syften samt inom industrin (Bahar & Singh, 2007).

3.1.3.6 Ätliga tvättnötter

Tvättnötter är i regel oätliga eftersom de innehåller alkaloider vilket gör dem väldigt beska och bittra i smaken. Det finns dock en genotyp av *S. mukorossi* Gaertn. kallad ”Meetha Reetha” eller ”sweet soapnut trees” vars frukt är ätlig. Den sägs smaka sött och aromatiskt. Den är endemisk i Gurudwara Reetha Sahib i distriktet Champawat (delstaten Uttarakhand) i Indien. Träden anses heliga och förknippas med dem gudomliga Guru Nanak och Sikh Guru samt utgör ett estetiskt värde i tempelområdet. Frukten anses helig och benämns ”Reetha

Sahib” i religiösa sammanhang. Eftersom den här genotypen är så speciell har man skapat ett arboretum kallat ”Guru Nanak Vatika” med 200 träd, uppförökade genom rotsticklingar och luftavläggare, för att bevara sorten och för att kunna leverera frukterna till pilgrimer m.fl. i hela Indien (Negi *et al.*, 2008).

3.1.3.7 Hur man tvättar med tvättnötter

Beroende på i vilken temperatur man tvättar kan nötskalen användas två till fyra gånger enligt Singh Jamwal (2009). Vid tvätt i 30 till 50 °C kan de användas ca fyra gånger och i tvätt i 60 till 90 °C två gånger. Rekommenderad mängd är 3-8 skalhalvor per tvätt. Detta innebär att ett kilo tvättnötter räcker till mellan 180 och 250 tvättar. Skalhalvorna läggs i en liten bomullspåse för att sedan läggs in i tvättmaskinen tillsammans med tvätten. När skalene inte längre är användbara kan de läggas på komposten.

Om istället tvättnötspulver används tillsätts 2-3 teskedar pulver per maskin tvätt vilket helt ersätter vanligt tvätt- och sköljmedel. Det är också användbart som diskmedel. Ju varmare vatten desto mer saponin kan lösas ut (Jain, 2010).

3.2 Saponiner

3.2.1 Beskrivning av vad saponiner är kemiskt

Saponiner är kvävefria glykosider av steroidalkaloider, steroider och triterpener. Gemensamt för alla saponiner är att de har en eller flera sockerkedjor fästa till aglykonen, grundstrukturen. De vanligaste varianterna har en eller två sockerkedjor och är s.k. monodesmosidic (eng.) respektive bidesmosidic (eng.). Något mer ovanligt är de saponiner med tre sockerkedjor kallade tridesmosidic (eng.). Den saponin som man funnit med flest sockerkedjor hade elva stycken. Kedjan kan vara antingen grenad eller linjär men vanligast är att det sitter 2-5 monosackarider i en ogrenad kedja. Vanligast förekommande monosackariderna som är direkt fästa till aglykonen är xylos, arabinos, glukos och glukuronsyra (Hostettmann & Marston, 1995).

Aglykon-delen i saponinet kan vara t.ex. hederagenin (som är en saponin) vilket är den del i glykosiden som inte består av socker. Saponiner är lösliga i alkohol, svavelsyra och aceton. Beroende på vad man löser dem i får de olika färg; koncentrerad svavelsyra ger t.ex. en mörklila färg (Gedeon, 1954).

Saponinerna har olika egenskaper beroende på hur många sockerkedjor de har fästa till sitt kolskelett via syreatomer. Egenskaperna varierar också beroende på vilken kolatom sockerkedjan fäster till. Hos monodesmosider fäster den vid C3 och hos bidesmosider vid C3 och C28 (triterpenoida saponiner) eller C26 (steroidala saponiner). Vid reaktion med vissa enzymer kan en sockerkedja avspjälkas och saponinet får då andra egenskaper, t.ex. att hjälpa växten att bli t.ex. mer motståndskraftig till svampangrepp (Osborn, 1996).

Saponiner kan spjälkas av vissa alkalier och syror till galaktos eller glykos samt till sapogeniner vilka är olösliga i vatten (Westrin, 1916). Sapogeniner är i stor utsträckning ansvariga för de fysiska och eventuellt de biologiska egenskaperna hos saponinet. Några exempel på sapogeniner är hederagenin, albsapogenin, digitogenin och senegenin (Jacobs, 1925a). Hederagenin finns också i murgröna (*Hedera helix*) som namnet antyder (Jacobs, 1925b).

Ämnen som har skummande egenskaper i vatten, så som saponin har, har ofta en oligosackaridenhet fäst till en steroid eller en triterpenoid aglykon (Colegate & Molyneux, 2008).

Saponin är en sekundär metabolit. Exempel på andra sekundära metaboliter är alkaloider, terpenier (Eberson, 1977), steroider och flavonoider. De primära metaboliterna som växten bildar genom fotosyntesen kan med hjälp av enzymer omvandlas till sekundära metaboliter vilka bl.a. har som uppgift att försvara växten mot exempelvis svampar och bakterier. De sekundära metaboliterna kan också ge symptom som hjärtklappning, vilket är mycket obehagligt, och gör därför att djur och människor undviker att äta växten (Fredholm 2006). När man jämför saponinhalten med andra sekundära metaboliter så är det relativt högt (Hostettmann & Marston, 1995). Exempel på primära metaboliter är nukleinsyror, enzymer, hormoner, vitaminer, fetter, proteiner, kolhydrater och aminosyror (Eberson, 1977).

3.2.2 Saponinernas egenskaper - när fungerar de och varför?

Anledningen till att saponiner kan bilda ett skum då de skakas med vatten är att de har en icke-polär sapogenin (saponinets grundstruktur) och en vattenlöslig sidokedja. Denna struktur liknar de lipofila och hydrofila delarna hos syntetiska tvättmedel. Den hydrofila delen i syntetiska tvättmedel kan variera mycket i utseende och det är utifrån den som man oftast kategoriserar ämnet om det rör sig om; anjoner, amfotära, katjoner eller nonjoniska ämnen. Den lipofila delen ser oftast ungefär likadan ut och varierar inte så mycket. Detsamma gäller

för saponinerna då den lipofila delen antingen kan bestå av en triterpen eller steroidala struktur. Den hydrofila delen kan se väldigt olika ut med grenade eller linjära sockerkedjor, ha olika antal monosackarider och av olika sorter, t.ex. glukos, rhamnos, xylos, galaktos, arabinos, uronic syra och apios. Saponiner med den här sammansättningen är nonjoniskt socker (Oleszek & Hamed, 2010).

Saponin i pulverform har en skarpt söt doft som retar i halsen och framkallar nysning. Saponiner har förmågan att lödtra vid så liten koncentration som 1/1000 i vatten (Westrin, 1916).

Balakrishnan *et al.* (2006) har visat att den kritiska micellkoncentrationen hos saponin (som är nonjoniskt) minskar vid tillsats av salt och vid höjning av temperaturen. (Den kritiska micellkoncentrationen är då miceller bildas.) Den ökade däremot när hårdare vatten användes och pH höjdes. När man tillsatte saponinet i små mängder löste det upp de rena oljorna bättre än de syntetiska detergenterna (t.ex. Triton X100) i samma mängd. Enligt Ebersson (1977) är en micell det ytaktiva ämnets formation kring t.ex. en oljedroppe i vatten. Tensidens hydrofila del ordnar sig mot vattnet och den lipofila delen in mot oljedroppen.

Sarin och Uppal (1941) har visat att den mest effektiva koncentrationen av tvättnötsextrakt i en vattenlösning ligger mellan 2-4 % (dvs. 15-20 g tvättnötpulver per liter vatten), vid pH 3,99 och temperaturen 100 °C. En större mängd tvättnötpulver (över 4 %) gav lösningen för hög viskositet och dessutom var förekomsten av kåda och gummiämnen något för hög. Tester genomfördes med både "vanligt" kommersiellt tvättmedel och tvättnötpulver gjort av torkade och malda skal. Det mest optimala för det kommersiella tvättmedlet var en vattenlösning med 0,25 % tvättmedel, pH 9,66 och temperaturen 50 °C. För att kunna mäta dess ökande ljushet/renhet (eng. brightness increase) färgade man in textilier med bland annat umbra. Textilerna tvättades sedan fem gånger i samma temperatur och för varje tvätt utvärderades renheten i procent. Testerna genomfördes i 25 °C, 40 °C, 50 °C, 60 °C, 75 °C, 95 °C och 100 °C samt i 5, 7, 10, 20 respektive 60 minuter.

När de två detergenternas optimum jämfördes under fem tvättomgångar á 10 minuter fick det kommersiella tvättmedlet 44,5 % i renhet och tvättnötpulvret 55,7 %. Tvättnötpulvret gynnades i större utsträckning av högre temperatur än sin konkurrent men gav konstant en något högre procentsats i renhet, oavsett temperatur och tid.

I tvättnötter från *S. mukorossi* finns 17,2 % extraherbart saponin, övriga beståndsdelar som extraheras ut är kåda, gummi och hartsämnen. Teorier finns om att gummiämnen i tvättnötterna ska ha en konsistensbehållande effekt på tygets fibrer.

I tester av olika alternativa tvättmedel utförda av Forbrukerrådet (2008) gav tvättnötter ett något bättre resultat i renhet än de alternativa tvättmedlen ENJO Vaskemagnet, Miljøvask och ECOball men kunde samtidigt jämföras med att endast tvätta i vatten. Vanligt tvättmedel, vilket var svanenmärkt, visade sig effektivast i flera avseenden (bl.a. enzymaktivitet, tvätteffekt och blekeffekt) när resultatet granskades med hjälp av en spektrofotometer. Man utförde testet på bomullstyg som var nedsmutsat med bland annat kakao, mineralolja, blod, vin och sot. Alla tvättmedelsalternativ tvättades tre gånger i 40 °C.

3.2.3 Var man hittar dem

Saponiner finns i stor utsträckning inom växtriket samt hos vissa marina organismer. Man har funnit saponiner i 90 växtfamiljer utspridda över hela jorden (Hostettman & Marston, 1995). Saponiner syntetiseras främst i växternas blad och sprids sedan till barken och växtens frukter men kan också förekomma i rötter, blad, stammar, rotknölar och frön. Förutom arter från *Sapindus* har man under historiens gång också använt barken från kvillajaträdet (*Quillaja saponaria*) och roten från såpnejlika (*Saponaria officinalis*) för utvinning av saponiner till rengörings- och tvättmedelsprodukter (Westrin, 1916). Andra växter som fått sitt namn utifrån tvålegenskaperna är t.ex. såpbär (*Sapindus saponaria*) och såprot (*Chlorogalum pomeidianum*). Triterpena saponiner finns mestadels i dikotyledonerna medan de steroidala saponinerna finner man i monokotyledonerna (Oleszek & Hamed, 2010).

Hur mycket saponin och saponinets komposition hos en växt beror på flera olika faktorer som t.ex. geografisk placering, odlingsförhållanden, det fysiologiska tillståndet och växtens ålder. De växter som är rikast på saponiner är dikotyledonerna som tillhör angiospermerna. Bland monokotyledonerna är det nästan bara familjerna *Dioscoreaceae* och *Liliaceae* som har ett saponinnehåll. Gymnospermerna saknar i princip helt saponiner. Exempel på familjer med många arter innehållande höga saponinhalter är *Sapindaceae*, *Leguminoaceae*, *Caryophyllaceae*, *Araliaceae*, *Asteraceae* och *Primulaceae* (Hostettmann & Marston, 1995).

Det finns många exempel på födoväxter för människan innehållande saponiner; sockerbeta, lök, potatis, tomat, sparris, havre, spenat, bondebönor, aubergine, kidneybönor, sötpotatis, te, jordnötter, sojabönor, mungbönor, linser, vitlök, cassava och vissa baljväxter. Saponinerna

syntetiseras ofta i organeller med hög metabolisk aktivitet vilket kan innebära att de är i fysiologiskt viktiga beståndsdelar i växtens processer. Hos t.ex. sojabönan är koncentrationen av saponin högst i hypokotylen och hos sockerbetan i mitokondrierna och kloroplasterna (Hostettman & Marston, 1995).

Saponiner är inte farliga för människan att få i sig via livsmedel trots att dem är giftiga för både insekter och fiskar. Det finns 28 saponiner som är vanligt förekommande i olika livsmedel vilka kan hjälpa till att förebygga hjärt- och kärlsjukdomar (Oakenfull, 1979).

Första gången man analyserade saponin var i såpnejlika år 1807, det var då saponinen saporubrin man hittade. Andra saponiner man senare fann i andra växter var digitonin från *Digitalis*, kvillajasyra och kvillajasapotoxin i kvillajabark (*Quillaja*), gitagin och agrostemmasapotoxin i Rödklättrfrö (*Agrostemma*) och senegin i Senegarot (*Radix*). De giftigaste saponinerna kallas sapotoxiner och vissa av dem har likheter med giftet från kobra och skallerorm (Westrin, 1916).

3.2.4 Saponinernas olika användningsområden

Saponinerna används mycket inom medicin och som skumbildare i olika produkter. De har många olika typer av verkan, bland annat har de antioxidativ effekt, är anticancerogena, verkar sänkande på kolesterolvärdena, är antibakteriella, antivirala och antifungala i både *in vitro* och *in vivo* tester gjorda på djur (Oleszek & Hamed, 2010).

De medicinska egenskaperna kommer främst av s.k. saponinernas vilka betecknas med bokstäverna A-J. Tvättnötsextraktet verkar dämpande på hudåkommor och fungerar som hostmedicin (Huang *et al.*, 2008), eftersom saponinerna är slemlösande (NE, 2010).

De är hemolysiner vilket innebär att dem kan lösa upp röda blodkroppar och används därför för bestämning av hemoglobinhalt i blod. Saponiner har länge används inom medicinen. För höga doser är skadligt för kroppen då det framkallar diarréer och kräkningar (NE, 2010).

3.3 Jämförelse med vanligt tvättmedel och såpa

3.3.1 Hur fungerar tvättmedel?

För att tvättmedel ska verka krävs en opolär och en polär ände på molekylen. Den opolära gruppen är mycket lipofil, medan den polära är mycket hydrofil. Ett ämne som är uppbyggt på det sättet är t.ex. traditionell såpa, vilket har möjligheten att emulgera ämnen med

fettegenskaper samt avlägsna det fina oljeskiktet som ofta ligger över smutsen. När oljeskiktet är avlägsnat kan smutspartiklarna sköljas bort med vatten (Eberson, 1977).

Enligt Nationalencyklopedin (2010) är tvättmedel ”vattenlösliga kemikalier med rengörande förmåga”. Dessa vattenlösliga kemikalier är bland annat tensider, komplexbildare och ämnen med basisk verkan. Tensiderna löser upp smutsen, zeoliter och fosfater gör vattnet mjukt, medan metasilikat (alkali) har flera egenskaper. Det stabiliserar bland annat peroxid och förhindrar korrision. Som blekmedel i tvättmedel för vittvätt är det vanligt att man använder natriumperkarbonat eller natriumperborat. Optiska blekmedel har förmågan att omvandla det osynliga ultravioletta ljuset till synligt ljus. Det var först år 1907 som det sammansatta tvättmedlet lanserades. Enzymtvättmedel kan tvätta kläderna rena vid en lägre temperatur än vanligt tvättmedel då peroxidaser verkar som blekmedel, lipaser mot fläckar av fett, proteaser mot proteiner (bryts ner i fragment för att sedan lösas upp) och cellulaser mot cellulosa (NE, 2010).

Tvål består av natriumsalter som framställs av långa kedjor av fettsyror som är mättade. Både såpa och tvål bildar kalktvål, dvs. salter som är olösliga och som bildas genom reaktionen med kalciumjoner i hårt vatten. Vanligt i de syntetiska tvättmedlen är tillsats av extra hydrofila grupper för att undvika kalktvålbildning. Exempel på en sådan grupp är sulfonsyragruppen (Eberson, 1977).

De grenade kolkedjorna som finns i vissa syntetiska tvättmedel kan vara svåra för mikroorganismer att bryta ner i naturen, och därför är det bättre att använda tvättmedel med raka kolkedjor (Eberson, 1977).

3.3.2 Hur fungerar såpa?

Såpa framställs genom förtvålning. Det är en reaktion där kalilut och vegetabiliska oljor kokar samman och bildar vattenhaltiga kaliumsalter (NE, 2010). Såpa består mestadels av kaliumstearat, vilket samlas i ytan av vattenlösningen med alkylgrupperna (lipofila) upp ur vattenlösningen, och karboxylatjonerna (hydrofila) ner i vattenlösningen. Det bildas en s.k. kolvätefilm vilket sänker ytspänningen. När vattenlösningen skakas lägger sig stearatmolekylerna runt oljan och bildar en micell med den lipofila delen (kolvätegrupperna) inåt och den hydrofila delen (karboxylatjonerna) utåt. Ett bra tvättmedel har från tolv till tjugo kolatomer, annars blir det för lösligt i vatten. Såpa har arton kolatomer (Eberson, 1977).

4. Diskussion och slutsatser

4.1 Diskussion

4.1.1 Saponin - den aktiva tensiden i tvättnötter

De aktiva ämnena vid tvätt av kläder med tvättnötter heter saponiner. Saponiner finns i många växter och en del har också namngetts utifrån sina rengörande egenskaper. Saponinerna finns främst hos dikotyledonerna tillhörande angiospermerna medan gymnospermerna i princip saknar ämnet helt (Hostettmann & Marston, 1995). Saponiner kan ge ett långvarigt skum då det skakas med vatten redan i så liten koncentration som 1:1 000 (Westrin, 1916). Saponin är mer som ett samlingsnamn för många olika ämnen med samma basstruktur vilka har förvånansvärt många egenskaper, både rengörande och medicinska.

4.1.2 Varför kläderna blir rena när tvättnötter används

Saponin är en sekundär metabolit som kan ha olika uppbyggnad och egenskaper beroende på i vilken växt och var i växten man finner den. Dessa kvävefria glykosider kan syntetiseras utifrån steroidalkaloider, steroider och triterpener (Hostettmann & Marston, 1995). Saponinets uppbyggnad liknar den hos tensiderna i syntetiskt tvättmedel, tvål och såpa, vilket gör tvättnötterna användbara i samma syfte. Liksom de syntetiska tensiderna så sänker saponin ytspänningen. Detergenterna har både en polär och en opolär ände. Den lipofila delen (opolär) hos saponinet utgörs av en aglykon (sapogeninen) medan den hydrofila delen (polär) består av grenade eller linjära kedjor av monosackarider (Oleszek & Hamed, 2010).

Denna struktur gör att tensiderna kan emulgera ämnen med fettegenskaper samt avlägsna det fina oljeskiktet som ofta ligger över smutsen. När oljeskiktet är avlägsnat kan smutspartiklarna sköljas bort med vatten. När tvättnötsningen skakas lägger sig tensiderna runt oljan och bildar miceller. I en micell riktas den lipofila delen inåt oljedroppen och den hydrofila delen utåt vattnet vilket sen lätt kan sköljas ut och tvätten blir ren (Eberson, 1977).

Saponiner gynnas i högre utsträckning av hög temperatur, mjukt vatten och lågt pH-värde (runt 4.0) än de syntetiska tvättmedlen (Sarin & Uppal, 1941). Detta beror troligtvis på att de syntetiska tvättmedlen har ett komplexare innehåll med bland annat enzymer som kan bryta ner smutspartiklar vid en lägre temperatur. Enligt NE (2010) gynnas de syntetiska tvättmedlen också av mjukt vatten och därför finns ofta en tillsats av antingen zeoliter eller fosfater som gör vattnet mjukt.

4.1.3 Miljömässiga aspekter

Det är ingen som riktigt vet hur pass mycket av saponinerna som kan brytas ner i reningsverken och hur mycket som fortsätter ut i naturen. Eftersom saponiner är naturligt förekommande borde de kunna brytas ner relativt lätt. Tensider är över lag farligt för marina organismer eftersom det sänker ytspänningen (Wahlberg, 2010). Bara för att det är naturligt förekommande i naturen behöver det troligtvis inte betyda att det inte kan ge negativa effekter på miljön. Det kan vara relevant att finna svar på detta om användningen av tvättnötter ökar eftersom tvättnötter ofta ses som ett miljövänligt alternativ till syntetiskt tvättmedel. Kan det vara så att mikroorganismer som kan bryta ner saponin från tvättnötter endast finns där *Sapindus*-arterna förekommer naturligt? Vilken mikroflora krävs för nedbrytning?

I de fall då tvättnötterna plockas från vildväxande träd har ingen påverkan på naturen gjorts eftersom man inte brukat jorden, vilket är ett hållbart resursanvändande. För att använda hela tvättnötter eller tvättnötsskal som tvättmedel krävs heller ingen tillverkningsprocess så som det gör för syntetiska tvättmedel, vilket kan ses som något mycket positivt ur miljösynpunkt.

Extraktionen av saponin hos tvättnötter gynnas av hög temperatur på vattnet medan nyare syntetiska tvättmedel med enzymer kan tvätta rent vid en relativt låg temperatur. Uppvärmningen av vattnet är också en aspekt att ta med då man jämför de olika tvättalternativens miljöpåverkan. Energiåtgång innebär också resursförbrukning.

4.1.4 Tvättnötternas effektivitet jämfört med syntetiskt tvättmedel

Som framgick av studierna som gjorts 1941 av Sarin & Uppal respektive av Forbrukerrådet 2008 så gav det syntetiska tvättmedlet mycket olika resultat i renhet i förhållande till tvättnötterna. Man bör notera att testerna utfördes i samma syfte men med olika tillvägagångssätt. Olika ämnen för att smutsa ner textilierna användes. Man tvättade med pulver av tvättnötter i studien 1941 och med hela tvättnötter i studien 2008 samt olika längd på tvättprogrammen liksom olika temperaturer. Ett större underlag hade varit önskvärt för att kunna jämföra resultaten.

I studien som utfördes av Forbrukerrådet (2008) jämfördes tvättnötters effektivitet med att endast tvätta i vatten vilket kan ifrågasättas då den tidigare studien utförd av Sarin & Uppal (1941) gav ett mycket positivt resultat för tvättnötterna. Faktorer som kan spela in är kvaliteten på tvättnötterna samt om det fanns tvättmedelsrester kvar i tvättmaskinen då Forbrukerrådet genomförde testerna med endast vatten.

En slutsats som man kan dra utifrån studierna är i alla fall att de syntetiska tvättmedlen har blivit mycket mer högteknologiska och att man idag kanske ställer högre krav på tvättmedlets effekt på svåra fläckar. Detta innebär inte att tvättnötter inte fungerar som tvättmedel men att de passar bäst till normalsmutsig tvätt, vilket också borde utgöra den största delen av all tvätt i ett hushåll. Vid svårare fläckar används troligtvis någon typ av förbehandling oavsett om man använder tvättnötter eller ett syntetiskt tvättmedel.

Hur mycket saponin som finns i tvättnötterna är relevant och varierar bevisligen beroende på varifrån de kommer. Tvättnötter från norra Indien av sorten *Sapindus mukorossi* hade högst saponininnehåll med 67 % jämfört med 43 % i de vietnamesiska och 52-62 % i de taiwanesiska (Ruan & Huang, 2006). Detta borde innebära att det krävs färre tvättnötsskal av dessa tvättnötter än av de andra i studien för att tvätten ska bli ren. Om en liten mängd tvättnötter behöver användas blir inte heller förbrukningen så hög, dvs. det är mer resurssnålt.

Det skulle vara intressant att veta vilka faktorer det är som gör att saponininnehållet blir så pass högt, samt vad som kan göra det ännu högre. Faktorer som kan vara betydande för mängden saponin är; geografisk placering, patogentrycket, näringsupptag, mineralsammansättning i jorden, fotoperiod, klimat, nederbörd, på vilken höjd trädet växer, skördetidpunkt, mognadsstadium, kvalitet, sortval, genetiska variationer, efterskördshantering och eventuell extraktionsmetod. Eftersom saponiner är en typ av "försvarsämne" i många växter kanske syntetiseringen av dessa kan gynnas av ett visst patogentryck.

4.1.5 Informationssökning om tvättnötter

I efterhand när arbetsgången utvärderas kan det konstateras att det hade varit till fördel att finna mer information om syntetiska tvättmedel i början på sökprocessen eftersom det hade gett fler nyckelord och en snabbare förståelse för hur saponinet borde vara uppbyggt. Det hade också varit bra att söka information direkt från indiska universitet då ett flertal av de vetenskapliga artiklarna har varit skrivna av indiska forskare. Det mesta publiceras på engelska och det finns troligtvis fler studier där syntetiska tvättmedel och tvättnötter jämförs. Ett större underlag för att kunna dra säkra slutsatser om tvättnötternas effektivitet som tvättmedel hade varit önskvärt.

4.1.6 Områden för eventuella framtida studier

Reningsverkens förmåga att bryta ner saponinerna är mycket relevant eftersom tvättnötter ofta ses som ett miljövänligt alternativ till syntetiskt tvättmedel. Är saponinerna mycket giftiga för marina organismer och inte kan brytas ner bör kanske inte tvättnötter användas alls.

Hur fruktsättningen och mängden saponin i tvättnötterna kan ökas hos tvättnötsträden är också av intresse. Detta för att öka tvättnötternas effektivitet och minska mängden tvättnötsskal som behöver används per tvätt. Finns det genotyper med ännu högre saponininnehåll, alternativt mer frukt per skörd? Saponinerna används också i stor utsträckning inom medicinsk forskning och i etablerade läkemedel, så det finns flera anledningar till att finna svar på detta.

Hur större odlingar av tvättnötsträd kan påverka den omgivande miljön med dess fauna och flora skulle också vara intressant att fördjupa sig i. Detta eftersom närvaron av tvättnötsträd bland annat kan inhiberar groningen hos sudangräs (Sarkar *et al.*, 2006) och eventuellt andra växter också.

Finns det någon potential för såpnejlika (*Saponaria officinalis*) som alternativt tvättmedel i Sverige på samma sätt som tvättnötterna är i Asien? Hur skulle användningen av den se ut i så fall och skulle det fungera tillräckligt bra som tvättmedel?

4.2 Slutsatser

Utifrån utförd litteraturstudie kan hypotesen bekräftas att tvättnötter från *Sapindus mukorossi* kan användas som ett alternativt tvättmedel. De aktiva ämnena i tvättnötter heter saponiner vilka är sekundära metaboliter med en polär (hydrofil) del bestående av sockerkedjor och en opolär (lipofil) del bestående av en aglykon (sapogenin). Uppbyggnaden liknar den hos tvål, såpa och syntetiska tvättmedel, vilket innebär att saponinet får liknande egenskaper och kan fungera som tvättmedel. På grund av ett litet underlag av genomförda studier är det svårt att säga hur effektiva tvättnötter i olika former är i förhållande till "vanligt" tvättmedel.

Tvättnötterna kan användas hela eller bara skalen samt i pulverform och i flytande form.

Eftersom tvättnötter kan användas som tvättmedel i många olika former så finns det troligtvis någon form som varje kund känner sig bekväm med att använda och därmed också en bred målgrupp för olika produkter av tvättnötter. Dessutom har tvättnötter flera positiva egenskaper som t.ex. en liten miljöpåverkan, de är skonsamma mot textilierna samt att de kan

sänka den genomsnittliga tvättkostnaden. Eftersom saponiner också har en antifungal verkan kan det finnas potential för ämnena i tvättnötter att användas i hygien- och hårvårdsprodukter mot mjäll och andra hudåkommor.

Med den medvetenhet som finns hos konsumenter idag om miljö och ”äkta vara” kan tvättnötter komma att bli framtidens alternativa tvättmedel även i Norden, så som det är i Asien idag. Det finns mycket som konsumenterna själva kan göra av tvättnötterna, men eftersom det är tidskrävande krävs det troligtvis ett större utbud av färdiga produkter på marknaden för att det ska slå igenom.

5. Referenslista

Bahar, N. & Singh, V.R.R. (2007). *Seed source selection of Sapindus mukorossi in Himachal Pradesh*. Indian Forester. 133. s. 731-736. Online. Tillgänglig: Web of Knowledge. [2010-02-01]

Balakrishnan, S., Varughese, S. & Deshpande, A.P. (2006). *Micellar characterisation of saponin from Sapindus mukorossi*. Tenside surfactants detergents. 43. s. 262-268. Online. Tillgänglig: Web of Knowledge [2010-02-17]

Cheers, G. (Ed.) (2003). *Botanica, illustrerat botaniskt lexikon med över 10 000 trädgårdsväxter inklusive odlingsråd*. s. 820. Italien: Tandem Verlag GmbH KÖNEMANN. ISBN: 3-89731-911-X

Chris. Hemsida. [online] Senast uppdaterad 5 jan 2010. Tillgänglig: <http://www.fullstopindia.com/2010/01/soapnuts-of-himachal-pradesh/soapnuts-drying-in-the-natural-sunlight/> [2010-02-25]

Colgate, S.M. & Molyneux, R.J. (1993). *Bioactive natural products: detection, isolation, and structural determination*. [online] Florida: CRC Press, Inc. Tillgänglig: http://books.google.com/books?id=sZDn4IjaAIEC&printsec=frontcover&hl=sv&source=gbs_similarbooks_s&cad=1#v=onepage&q=&f=false [2010-02-22]

Eberson, L. (1977). *Organisk kemi. Awe/gebers*. Andra upplagan. s. 424-425, 560-562. Stockholm: Almqvist & Wiksell Förlag AB

Forbrukerrådet. Hemsida. [online] Senast uppdaterad 27 maj 2008. Tillgänglig: http://forbrukerportalen.no/Tester/2008/test_av_alternative_vaskemidler?expandedtopic=1211783774.02 [2010-02-01]

Fredholm, L. (2006). Tillbaka till naturens medicinskåp. *Forskning & Framsteg* [online], 5/2006. Tillgänglig: <http://www.fof.se/tidning/2006/5/tillbaka-till-naturens-medicinskap> [2010-03-03]

Gedeon, J. (1954). *Saponins from Indian Soapnuts*. Journal of Scientific and Industrial Research. 13B. s. 427-428. Online. Tillgänglig: Web of knowledge. [2010-02-02]

Hostettmann, K. & Marston, A. (1995). *Saponins, Chemistry & pharmacology of natural products*. Cambridge: Press Syndicate of the University of Cambridge. ISBN: 0 521 32970 1

- Huang, H-C., Wu, M-D., Tsai, W-J., Liao, S-C., Liaw, C-C., Hsu, L-C., Wu, Y-C., Kuo, Y-H. (2008). Triterpenoid saponins from the fruits and galls of *Sapindus mukorossi*. *Phytochemistry*. 69. s. 1609-1616. Online. www.sciencedirect.com [2010-01-31]
- Jacobs, W.A. (1925a). *Saponins. The sapogenin obtained from soapnuts*. The Journal of Biological Chemistry. 63. s. 621-629. Online. Tillgänglig: <http://www.jbc.org/content/63/3/621.full.pdf+html?ref=klasshop.com> [2010-02-02]
- Jacobs, W.A. (1925b). *Saponins. The sapogenin occurring in Sapindus saponaria L. and Sapindus mukorossi utilis (Trabuti)*. The Journal of Biological Chemistry. 64. s. 379-381. Online. Tillgänglig: <http://www.jbc.org/content/64/2/379.full.pdf> [2010-02-02]
- Jain, A. Hemsida för Gemini Overseas via Alibaba.com [online] Senast uppdaterad 2010. Tillgänglig: http://www.alibaba.com/product-tp/101317701/Soap_Nut_Powder.html [2010-03-03]
- Nationalencyklopedin (NE), (2010). Sökord: *Sapindaceae. Saponins. Såpa. Tvättmedel. Enzytmvättmedel*. Online. Tillgänglig: <http://www.ne.se/> [2010-02-03]
- Negi, K.S., Rathour, A.S., Muneem, K.C. (2008). *Sweet soapnut tree (/I Sapindus mukorossi/ Gaertner)*. NBPGR News Letter. 24. s. 4. Online. Tillgänglig: Web of Knowledge. [2010-02-02]
- Oakenfull, D. (1979). *Saponins in food- a review*. Food Chemistry. 7. Abstract. Online. Tillgänglig: Web of Science [2010-02-23]
- Oleszek, W. & Hamed, A. (2010). *Saponin-based surfactants*. In: Kjellin, M.(Ed). *Surfactants from renewable resources. Wiley series in renewable resources*. [online] West Sussex: John Wiley & Sons Ltd. Tillgänglig: <http://www.google.com/books?hl=sv&lr=&id=GKWNVz7AjGIC&oi=fnd&pg=PA239&dq=saponin+review+soapnut&ots=2vvPQIJ2ma&sig=LUAFIgfwujDCd4lfm4Byrwuae7Y#v=onepage&q=&f=false> [2010-02-23]
- Osborn, A. (1996). *Saponins and plant defence- a soap story*. Trends in plant science. Reviews. 1. s. 4-9. Elsevier Science Ltd. Online. Tillgänglig: Web of Science [2010-02-18]

- Roy, D., Kommalapati, R.R., Mandava, S.S., Valsaraj, K.T., Constant, W.D. (1997). *Soil Washing Potential of a Natural Surfactant*. Environmental Science & Technology. 31. s. 670-675. Online. Tillgänglig: <http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/es960181y> [2010-02-22]
- Ruan, S-W. & Huang, J-C. (2006). *Study on the components and physico-chemical properties of soapnut tree fruit*. Forest Products Industries. 25. s. 209-210. Online. Tillgänglig: Web of Knowledge [2010-02-02]
- Salomon, B. (2008). *Fröväxternas systematik: 100 familjer* (opublicerat manuskript)
- Sarin, J.L. & Beri, M.L. (1939). *Exrtraction of saponin from Soap Nut*. Industrial & Engineering Chemistry. 6. s. 712. Online. Tillgänglig: <http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ie50354a012> [2010-02-22]
- Sarin, J.L. & Uppal, M.Y. (1941). *Detergent Value of Soap Nut Powder*. Industrial & Engineering Chemistry. 33. s. 666-668. Online. Tillgänglig: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ie50377a028> [2010-02-22]
- Sarkar, S., Bhattacharjee, A., Kanp, U.K., Das, R.K. (2006). *Allelopathic potential of soapnut [Sapindus trifoliatus L.] on sudangrass [Sorghum sudanense (Piper) Stapf] seed biology*. Allelopathy Journal. 17. s. 327-331. Online. Tillgänglig: Web of Knowledge. [2010-02-03]
- Shiau, I-L., Shih, T-L., Wang, Y-N., Chen, H-T., Lan, H-F., Lin, H.C., Yang, B-Y., Ko, C-H., Murase, Y. (2009). *Quantification for saponin from a soapberry (Sapindus mukorossi Gaertn.) in cleaning products by a chromatographic and two colorimetric assays*. s. 215-221. Online. Tillgänglig: Web of Knowledge [2010-01-31]
- Shilpa, V. (2003). *Biodiversity enrichment for large scale plantations: /I Sapindus mukorossi/*. MFP News. 13. s. 19. Online. Tillgänglig: Web o Knowledge [2010-02-01]
- Sicurella, C. Hemsida. [online] Senast uppdaterad 15 okt 2009. Tillgänglig: <http://www.soapnuts.pro/category/soap-nuts-shelf-life/> [2010-02-25]
- Singh Jamwal, K. Hemsida för Kittu Exports. [online] Senast uppdaterad 2009. Tillgänglig: www.kittuexports.org [2010-03-03]
- Sree, A., Sanjiva Rao, V., Basa, S.C., Srinivasulu, C. (1992). *Improved process for the production of saponin from soapnuts*. Research and Industry. 37. s. 209-210. Online. Tillgänglig: Web of knowledge [2010-01-31]

Thöny, R. (2006). *WO/2006/007741 Liquid detergent based on saponin*. Online. Tillgänglig: <http://www.wipo.int/pctdb/en/wo.jsp?WO=2006007741> [2010-02-17]

USDA- United States Department of agriculture. Hemsida. [online] Senast uppdaterad 22 feb 2010. Tillgänglig: <http://plants.usda.gov/index.html> [2010-02-24]

Wahlberg, C. (Cajsa.Wahlberg@stockholmvatten.se), 2010-03-01. Saponiner. Epost till M Fredriksson (magdalena_fredriksson@hotmail.com)

Westrin, Th. (1916). *Nordisk familjebok. Uggelupplagan 24. Ryskläder – Sekretär. Sapinidinæ - Saponiner*. s.777-779. Online. Tillgänglig: <http://runeberg.org/nfcd/0415.html> [2010-02-17]