



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för naturresurser och
jordbruksvetenskap
Institutionen för molekylära vetenskaper

Antinutritionella faktorer i baljväxter

– Hälsoeffekter, halter och effekter av beredning

Antinutritional factors in pulses

– Health effects, content and effects of processing

Ylva Henriksson

Antinutritionella faktorer i baljväxter

- Hälsoeffekter, halter och effekter av beredning

Antinutritional factors in pulses

- Health effects, content and effects of processing

Ylva Henriksson

Handledare: Elin Rööf, Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för energi och teknik

Btr handledare: Cornelia Witthöft, Linnéuniversitetet, institutionen för kemi och biomedicin

Examinator: Lena Dimberg, Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för molekylära vetenskaper

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Självständigt arbete i livsmedelsvetenskap - kandidatarbete

Kurskod: EX0669

Program/utbildning: Agronom - Livsmedel

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2017

Serietitel: Molecular Sciences

nr: 2017:7

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: baljväxter, antinutritionella faktorer, proteasinhibitorer, α -amylasinhibitorer, lektiner, saponiner, α -galaktosider, fytat, tanniner, oxalat, lektiner, sojaböna, lupin, bondböna, trädgårdsböna, ärtor, lins, beredning, tillagning

Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap
Institutionen för molekylära vetenskaper

Sammanfattning

Konsumtion av baljväxter som livsmedel har positiva hälsoeffekter men begränsas av förekomsten av antinutritionella faktorer (ANF). ANF minskar utnyttjandet av näringsämnen genom olika mekanismer, till exempel inhibering av digestionsenzymer eller komplexbindning med mikro- och makronutrientier, och kan vara direkt skadliga i stora mängder. Syftet med denna litteraturstudie var att redogöra för vanliga ANF och deras hälsoeffekter, i vilka halter de förekommer i baljväxter som lämpar sig för odling i Sverige, samt hur de påverkas av olika typer av beredning. De huvudsakliga ANF i baljväxter är proteasinhibitorer, α -amylasinhibitorer, lektiner, saponiner, α -galaktosider, fytat, tanniner och oxalat. De negativa hälsoeffekterna i human- och djurstudier varierar från minskat näringsupptag, hämmad tillväxt och förändrad tarmfunktion till förstörade digestionsorgan, hemagglutination och hemolys. Positiva effekter har också påvisats på bland annat tarmflora och postprandialt plasmaglukos-respons. Soja och trädgårdsböna innehåller höga halter av ANF, framförallt enzyminhibitorer och lektiner. Bondböna, ärtor och lins innehåller generellt låga till medelhöga halter, medan sötlupin har lågt innehåll av ANF med undantag av α -galaktosider. Variationen är dock stor inom respektive art. Beredning innebär ofta en sänkning av ANF-halt eller aktivitet, även om stor variation förekommer också här. Blötläggning har måttlig reducerande effekt på de flesta ANF, utom för fytat som ökade i vissa studier. Hydrotermisk beredning är effektivt för att reducera eller eliminera antinutritionella proteiner och har varierande effekt på andra ANF. Skalning sänker halterna av tanniner men leder till en relativ ökning av de flesta andra ANF. Groddning, fermentering, extrudering och rostning kan också användas för att påverka ANF i baljväxter. Trots den stora variationen i ANF-halt och effekt av beredning går det alltså att se generella mönster, vilka bör tas i beaktande vid val av baljväxt och beredningsmetod i livsmedelsproduktion. Förslag på vidare forskning är kartläggning av sortskillnader, studier på effekt av genotyp kontra miljö för ANF-produktion i baljväxter samt fastställande av gränsvärden vid beredning för att reducera ANF till acceptabla nivåer.

Abstract

Consumption of pulses has positive health effect, but is limited by the presence of antinutritional factors (ANFs). ANFs reduce the utilization of nutrients through different mechanisms, such as inhibition of digestive enzymes or complex formation with micro and macro nutrients, and can be harmful in large amounts. The purpose of this literature review was to investigate common legume ANFs, their health effects and occurrence in pulses that can be grown in Sweden, and the effect of processing on these substances. The main ANFs in legumes are protease inhibitors, α -amylase inhibitors, lectins, saponins, α -galactosides, phytate, tannins and oxalate. The negative health effects upon consumption in studies on humans and animals include altered intestinal function, reduced nutrient uptake, growth inhibition, enlarged digestive organs, hemagglutination and hemolysis. Positive effects on e.g. gut flora and postprandial glucose response have also been shown. Soybean and common bean contain high levels of ANFs, particularly enzyme inhibitors and lectins. Faba bean, pea and lentil generally contain low to moderate levels, while sweet lupins have low ANF content, except α -galactosides. There is, however, a great variation within each species. Processing and cooking often reduces the level or activity of ANFs, although large variation occurs here as well. Soaking of pulses moderately reduces ANFs, except phytate which increased in some studies. Hydrothermal processing efficiently lowers or eliminates antinutritional proteins and has varying effect on other compounds. Dehulling reduces tannin content but causes a relative increase of most other ANFs. Sprouting, fermentation, extrusion and roasting can also be used to affect ANF content in pulses. Thus, despite the variation in ANF content and effect of processing, general patterns can be seen which should be taken into consideration when selecting pulses and processing methods in food production. Further research should focus on investigating varietal differences, effect of genotype versus environment on ANF production in legumes, and cut-off limits in processing for reducing ANFs to acceptable levels.

Innehållsförteckning

Tabellförteckning	5
Förkortningar	6
1 Inledning	7
1.1 Bakgrund	7
1.2 Syfte och avgränsning	8
1.3 Metod	8
2 Antinutritionella faktorer och deras effekter på hälsan	9
2.1 Proteiner	9
2.1.1 Proteasinhäbitorer	9
2.1.2 α -amylasinhäbitorer	10
2.1.3 Lektiner	10
2.2 Glykosider	11
2.2.1 Saponiner	11
2.2.2 α -galaktosider	12
2.3 Övriga substanser	13
2.3.1 Fytat	13
2.3.2 Tanniner	13
2.3.3 Oxalat	14
3 Halter i olika baljväxter	15
3.1 Bönor	16
3.1.1 Sojaböna	16
3.1.2 Lupin	16
3.1.3 Bondböna och åkerböna	17
3.1.4 Trädgårdsböna	17
3.2 Ärtor	18
3.3 Linser	18
4 Effekter av beredning	19
4.1 Blötläggning	19
4.2 Hydrotermisk beredning	20
4.3 Skalning	20
5 Diskussion och slutsats	23

Referenslista	25
Bilaga 1. Rådata	32

Tabellförteckning

Tabell 1. Innehåll av antinutritionella faktorer i olika baljväxter ^{a,b}	15
Tabell 2. Effekten av olika beredningsmetoder på halten eller aktiviteten av antinutritionella faktorer ^a i baljväxter ^b	22
Bilagetabell 1. Trypsininhibitorer (IU ^a /mg torrsbstans) i baljväxter ^b	33
Bilagetabell 2. Kymotrypsininhibitorer (IU ^a /mg torrsbstans) i baljväxter ^b	34
Bilagetabell 3. α -Amylasininhibitorer (IU ^a /mg torrsbstans) i baljväxter ^b	34
Bilagetabell 4. Hemagglutinationsaktivitet (HA ^a) och lektininhalt (g/100 g torrsbstans) i baljväxter ^b	35
Bilagetabell 5. Saponiner (g/100 g torrsbstans) i baljväxter ^a	36
Bilagetabell 6. α -Galaktosider (g/100 g torrsbstans) i baljväxter ^a	37
Bilagetabell 7. Fytat (g/100 g torrsbstans) i baljväxter ^a	38
Bilagetabell 8. Kondenserade tanniner (mg CE ^a /100 g torrsbstans) och totala tanniner (g/100 g torrsbstans) i baljväxter ^b	39
Bilagetabell 9. Oxalat (g/100 g färskvikt respektive g/100 g torrsbstans) i baljväxter ^a	40
Bilagetabell 10. Effekt av blötläggning på antinutritionella faktorer i baljväxter	41
Bilagetabell 11. Effekt av hydrotermisk beredning på antinutritionella faktorer i baljväxter	43
Bilagetabell 12. Effekt av skalning på antinutritionella faktorer i baljväxter	47
Bilagetabell 13. Effekt av groddning på antinutritionella faktorer i baljväxter	48
Bilagetabell 14. Effekt av fermentering på antinutritionella faktorer i baljväxter	49
Bilagetabell 15. Effekt av extrudering på antinutritionella faktorer i baljväxter	50
Bilagetabell 16. Effekt av rostning på antinutritionella faktorer i baljväxter	50

Förkortningar

α AI	α -amylasinhistorer
ANF	Antinutritionella faktorer
BBI	Bowman-Birkinhistorer
CE	Catechinekvalenter
HA	Hemagglutinationsaktivitet
IU	Inhibitorisk enhet
KI	Kunitz-inhistorer
KTI	Kymotrypsinhistorer
KTIA	Kymotrypsinhistorisk aktivitet
PI	Proteasinhistorer
TI	Trypsinhistorer
TIA	Trypsinhistorisk aktivitet

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Baljväxter (*Fabaceae*) är viktiga livsmedels- och fodergrödor världen över. Med baljväxter menas i denna uppsats de ätbara fröerna (bönor, ärtor och linser) från olika baljväxter. En annan benämning på baljväxter som odlas för de torra fröernas skull är trindsäd (Marklinder, 2014). Det höga innehållet av protein, stärkelse, kostfiber, vitaminer och mineraler gör baljväxter till ett näringsrikt livsmedel (Shi *et al.*, 2017), och frekvent konsumtion associeras med minskad risk för en rad välfärdssjukdomar (Campos-Vega *et al.*, 2010). Konsumtionen begränsas dock av förekomsten av antinutritionella faktorer (ANF) (Shi *et al.*, 2017). ANF är substanser som sänker utnyttjandet av näringsämnen i maten (Marklinder, 2014), exempelvis genom att hämma nedbrytning eller absorption. De minskar således näringsvärdet hos baljväxter och kan även vara direkt skadliga vid höga intag (Mikić *et al.*, 2009).

Den svenska odlingen av baljväxter upptar endast 2 % av den totala åkermarken (Olsson, 2017). Av dessa 2 % utgör odling för foder en stor andel (Jordbruksverket, 2016). Som livsmedel odlas främst ärtor och en liten andel bruna bönor (Olsson, 2017), och stora mängder av de bönor, linser och andra baljväxter som svenskarna äter är således importerade. Förädling av bättre anpassade sorter i kombination med ett varmare klimat öppnar för ökad inhemsk odling i framtiden (Nilsson, 2010). Några baljväxter som lämpar sig väl för odling i Sverige och har potential för ökad odling som livsmedel är nya såväl som traditionella svenska sorter av sojaböna, lupin, bondeböna, trädgårdsböna, ärta och lins (Fogelberg, 2008, JTI, 2016, Nilsson, 2010, Sundén, 2014). Baljväxter skördas antingen omogna och säljs färska, frysta eller konserverade, eller skördas i moget stadium och säljs torkade eller förkokta på konserv. De ingår också som processad råvara i olika produkter. Beredning eller tillagning av olika slag minskar halten av ANF i baljväxter, och ofta är någon typ av beredning nödvändig innan konsumtion (Hajos

och Osagie, 2004). En vanlig metod för beredning av baljväxter i hemmet är blöt-läggning och kokning (Hailelassie *et al.*, 2016). Andra metoder som används inom industrin är exempelvis groddning, fermentering, extrudering och rostning (Muzquiz *et al.*, 2012).

1.2 Syfte och avgränsning

Syftet med detta arbete är göra en övergripande sammanställning av vetenskaplig information om antinutritionella faktorer i baljväxter. Följande frågeställningar ska besvaras: vilka ANF är vanliga i baljväxter och vad har dessa substanser för hälsoeffekter? Vilka halter av ANF finns i olika bönor, ärtor och linser? Hur påverkas halten eller aktiviteten av ANF genom beredning och tillagning? Arbetet fokuserar på vanliga baljväxter som odlas eller kan odlas i Sverige, även om jämförelser ibland görs med andra arter. Artspecifika ANF som vicin och L-DOPA, som förekommer i bondbönor, eller alkaloider, som finns i lupiner, behandlas inte.

1.3 Metod

Vetenskapliga artiklar, böcker och rapporter på ämnet har hittats genom sökningar i databaser som *Web of Science* och *Google Scholar*. I uppsatsens första del (2. *ANF och deras effekter på hälsan*) har översiktsartiklar prioriterats för att täcka in så mycket information som möjligt. Till uppsatsens andra och tredje del (3. *Halter i olika baljväxter* och 4. *Effekter av beredning*) har både resultat från enskilda studier och uppgifter från översiktsartiklar använts. Nyare studier är att föredra eftersom analysmetoder ständigt utvecklas och förädling leder till att grödornas sammansättning ändras med tiden. Därför har litteratur från de senaste 20 åren använts, och vid behov kompletterats med äldre studier.

Följande engelska sökord har använts i olika kombinationer: *legume**, *bean**, *pulse**, *pea**, *lupin**, "Glycine max", *Lupinus*, "Vicia faba", "Phaseolus vulgaris", "Pisum sativum", "Lens culinaris", *antinutrients*, "antinutritional factor*", *antinutritional*, "protease inhibitor*", "trypsin inhibitor", "chymotrypsin inhibitor", "amylase inhibitor", "enzyme inhibitor*", *lectin**, *hemagglutin**, *saponin**, "alpha-galactoside*", *oligosaccharide**, *galactoside**, *phytate*", "phytic acid", *tannin*, "condensed tannin", *oxalate*", "oxalic acid", *processing*, *effect*, *content*, *cooking*, *dehulling*, *decorticated** *soak**, *sprout**, *ferment**.

Följande svenska sökord har använts i olika kombinationer: *antinutriti**, *baljväxt**, *åkerböna*, *bondböna*, *trädgårdsböna*, *Sverige*, *svensk*, *odling*.

2 Antinutritionella faktorer och deras effekter på hälsan

Baljväxter innehåller en rad ämnen som klassas som ANF, det vill säga ämnen som minskar näringsvärdet hos baljväxter och andra livsmedel, och som kan vara skadliga vid stora intag (Mikić *et al.*, 2009). ANF indelas vanligen efter kemisk struktur i tre grupper: proteiner, glykosider och övriga substanser. Nedan följer en redogörelse för de huvudsakliga ANF i baljväxter, vilken funktion de har hos växten och deras hälsoeffekter.

2.1 Proteiner

2.1.1 Proteasinhistorer

Proteasinhistorer (PI) är icke-kolhydratinnehållande proteiner och består av två grupper: Kunitz-familjen och Bowman-Birk-familjen (Muzquiz *et al.*, 2012). Bowman-Birk-inhibitorer (BBI) inhiberar pankreasproteaserna trypsin och kymotrypsin medan Kunitz-inhibitorer (KI) inhiberar enbart trypsin (Campos-Vega *et al.*, 2010). Ofta klassificeras PI dock som trypsininhibitorer (TI) eller kymotrypsininhibitorer (KTI). I växten deltar PI i regleringen av proteasaktivitet under groning och som skydd mot insekter och mikroorganismer (Malaguti *et al.*, 2014).

PI har flera negativa hälsoeffekter vid konsumtion. De är resistent mot pepsin och det låga pH-värdet i magen och når därför tarmen intakta (Roy *et al.*, 2010). I tarmen hämmar de proteaser genom kompetitiv inhibering, vilket minskar nedbrytning och absorption av dietärt protein (Muzquiz *et al.*, 2012). Försök på djur har visat att höga intag av PI orsakar hämmad tillväxt och förstoring av bukspottkörteln (hypertrofi och hyperplasi). Dessa effekter beror inte enbart på minskad proteinabsorption utan på att PI hindrar den negativa återkopplingsmekanismen

mellan tarm och bukspottkörtel. Följden blir överutsöndring av svavelrika digestionsenzymer. Förlusten av svavelinnehållande aminosyror leder till minskad tillväxt, speciellt eftersom baljväxter generellt har låga halter av dessa aminosyror och tillförseln därmed är begränsad i en baljväxtbaserad kost (Guillamón *et al.*, 2008, Gupta *et al.*, 2017).

PI kan också ha positiva hälsoeffekter. Anticancerogena egenskaper har påvisats *in vitro* och i djurförsök, även om dessa effekter är kopplade till proteasinhibitorisk aktivitet och därmed skulle utebli om proteinerna denaturerats (Muzquiz *et al.*, 2012). BBI har även visats vara antiinflammatoriska, och skulle kunna vara användbara för att bekämpa fetma och autoimmuna och degenerativa sjukdomar (Sparvoli *et al.*, 2015).

2.1.2 α -Amylasinhibitorer

α -Amylaser är viktiga digestionsenzymer som katalyserar hydrolys av α -D-(1-4)-glykosidbindningar i stärkelse och andra kolhydrater (Muzquiz *et al.*, 2012). Vissa baljväxter innehåller α -amylasinhibitorer (α AI), proteiner som hämmar aktiviteten hos α -amylaser i mänskligt saliv och bukspott (Le Berre-Anton *et al.*, 1997). I växten fungerar α AI antagligen som en del i växtens försvar mot predatorer genom att inhibera deras matspjälkningsamylaser (Muzquiz *et al.*, 2012). Effekten på olika enzymer skiljer sig åt mellan amylasinhibitorer från olika baljväxtfrön (Muzquiz *et al.*, 2012).

Höga intag av α AI har vid djurförsök visats orsaka skadliga förändringar i metabolismen (Sparvoli *et al.*, 2015). Inhiberad stärkelse- och proteinnedbrytning i tarmen samt förluster av endogent kväve, lipider och kolhydrater ledde till hämrad tillväxt och förstoring av tarm och bukspottkörtel hos råttor (Pusztai *et al.*, 1995).

Positiva hälsoeffekter av α AI har också påvisats. Inhiberingen av amylasaktivitet och stärkelsenedbrytning i tarmen leder till sänkta postprandiala plasmanivåer av glukos och insulin hos människa. α AI skulle därför potentiellt kunna användas för att förebygga och behandla övervikt och diabetes (Muzquiz *et al.*, 2012, Sparvoli *et al.*, 2015).

2.1.3 Lektiner

Lektiner är en heterogen grupp av globulära, kolhydratbindande proteiner som är vanliga hos växter men också förekommer hos andra organismer (Dang och Van Damme, 2015). De känner igen och binder specifikt, reversibelt och med hög affinitet till olika mer eller mindre komplexa sockerarter, inklusive glykoproteiner och glykolipider (Dang och Van Damme, 2015, Nasi *et al.*, 2009). Lektiner kan också

selektivt agglutinera erythrocyter från specifika blodgrupper och kallas därför ibland för hemagglutininer (Peumans och Van Damme, 1995). Fytohemagglutinin är ett sorts toxiskt lektin som är vanlig i baljväxter, speciellt i röda kidneybönor (Kouris-Blazos och Belski, 2016). Lektiner deltar i en rad endogena och exogena celligenkänningsprocesser hos växten, bland annat symbiosen mellan baljväxter och kvävefixerande bakterier. De spelar sannolikt också en viktig roll i växtens försvar av lagringsorgan och frön, vilket förklarar den höga koncentrationen av lektiner i hjärtbladen hos baljväxter (Peumans och Van Damme, 1995), där de kan utgöra upp till 10 % av totalproteinet (Nasi *et al.*, 2009).

Lektiner har en rad negativa hälsoeffekter. Agglutination av röda blodkroppar kan leda till hemolys och är i extremfall dödligt (Gupta *et al.*, 2017). Hemagglutinationsaktiviteten (HA) och toxiciteten varierar mellan olika baljväxter (Nasi *et al.*, 2009, Roy *et al.*, 2010). Lektiner är resistent mot proteolys, stabila över ett brett pH-spann och förstörs inte alltid helt vid tillagning (Sparvoli *et al.*, 2015). Under passagen genom mag-tarmkanalen kan aktiva lektiner binda till kolhydratstrukturer på tarmceller och orsaka förändringar i nedbrytning, absorption och sekretion (Dang och Van Damme, 2015). I djurförsök har renframställda baljväxtlektiner visats leda till viktnedgång eller hämmad tillväxt, rubbningar i hormonbalansen, förstörd tunntarm och bukspottkörtel samt cellförändringar i tarmen (Muzquiz *et al.*, 2012). Lektiner kan även orsaka matförgiftningssymptom som kräkning, uppsvälldhet och diarré hos människa (Roy *et al.*, 2010).

Positiva hälsoeffekter av lektiner har också påvisats. Låga doser kan främja digestion, absorption och immunsystem samt ha positiva effekter på ekosystemet i tarmen (Sparvoli *et al.*, 2015). Vissa lektiner kan även bidra till att förebygga cancer och övervikt (Muzquiz *et al.*, 2012, Roy *et al.*, 2010, Sparvoli *et al.*, 2015).

2.2 Glykosider

2.2.1 Saponiner

Saponiner är en heterogen grupp ämnen som främst förekommer i växter och som består av 1–3 sockerkedjor av varierande storlek och komplexitet, bundna till en aglykon via eter- och esterbindningar. Aglykonen är en triterpen eller en steroid och sockerarterna är vanligtvis L-ramnos, D-glukos, D-xylos, D-mannos och D-glukuronsyra, varav vissa kan vara acetylerade (Muzquiz *et al.*, 2012). Eftersom saponiner har både en polär grupp och en opolär är de ytaktiva och har skumbildande och emulsifierande egenskaper (Shi *et al.*, 2004). Den vanligaste typen av saponiner i baljväxter är sojasaponiner (Campos-Vega *et al.*, 2010), som delas in i

olika grupper efter aglykonstruktur (Heng *et al.*, 2006, Rochfort och Panozzo, 2007). Saponiner har en rad funktioner i växten, bland annat som del av dess försvar mot patogener, skadegörare och predatorer (Francis *et al.*, 2002). Vissa saponiner ger baljväxter en bitter smak (Heng *et al.*, 2006).

Konsumtion av saponiner har flera negativa hälsoeffekter. De bildar olösliga komplex med mineraler som järn, zink och kalcium, vilket minskar biotillgängligheten av dessa mineraler (Milgate och Roberts, 1995). Vissa saponiner har även hemolytisk aktivitet. Toxiciteten varierar mellan olika saponiner och beror på aglykon, glykosid och typ av bindning (Sparvoli *et al.*, 2015). Eftersom saponiner är ytaktiva kan de inhibera näringsupptag genom att interagera med andra komponenter i digestan och med tarmcellernas membran, vilket förändrar membranbiokemin (Muzquiz *et al.*, 2012). Vid djurförsök har saponiner visats ge minskad tillväxt och vara dödligt vid stora doser (Shi *et al.*, 2004).

Saponiner har även positiva hälsoeffekter för människan. De har bland annat kopplats till minskad risk för njursten, hjärt-kärlsjukdom och vissa cancertyper, sänkta kolesterolvärden och stimulerande effekt på immunförsvaret (Shi *et al.*, 2004).

2.2.2 α -Galaktosider

Oligosackarider är lösliga kolhydrater med låg molekylvikt. Vissa oligosackarider kan inte hydrolyseras av människans matspjälkningsenzymer och klassas därför som kostfibrer (Roberfroid och Slavin, 2000). De vanligaste oligosackariderna i baljväxtfrön är α -galaktosider, som består av en galaktoskedja bunden till C6 i glukosenheten i en sukrosmolekyl via en α -(1 \rightarrow 6)-bindning. Raffinos, stackyos och verbaskos (en, två respektive tre galaktosenheter bundna till en sukros), som tillhör den så kallade raffinofamiljen, utgör de huvudsakliga α -galaktosiderna i baljväxter (Sparvoli *et al.*, 2015, Tosh och Yada, 2010). Typen av α -galaktosider liksom den totala halten varierar mellan olika baljväxter (Sparvoli *et al.*, 2015). α -Galaktosider fungerar som lager av kolhydrater i växtens frö och bryts ner under groningen för att förse plantan med energi och material för tillväxt. De kan spela en roll i växtens tolerans mot torka och ökad livslängd hos fröet, liksom ha betydelse för membranstabilitet (Peterbauer och Richter, 2001).

De negativa hälsoeffekterna av α -galaktosider beror på att människan saknar enzymer för att hydrolysera dem. Det leder till att α -galaktosiderna passerar tunn-tarmen intakta och fermenteras av anaeroba bakterier i tjocktarmen. Koldioxid, vätgas och små mängder metangas produceras vid fermenteringen och kan orsaka uppblåsthet. Stora intag av α -galaktosider kan ge magont och diarré (Muzquiz *et al.*, 2012).

α -Galaktosider har även prebiotisk effekt genom att de främjar tillväxt av vissa typer av tarmbakterier. Detta påverkar tarmhälsan positivt genom minskad förstoppning och diarré, stimulering av immunförsvaret och ökad motståndskraft mot infektion (Muzquiz *et al.*, 2012, Sparvoli *et al.*, 2015).

2.3 Övriga substanser

2.3.1 Fytat

Fytat (myo-inositol-1,2,3,4,5,6-hexakisfosfat) består av en inositolring med sex fosfatgrupper som vid neutralt pH är negativt laddade. Även inositolfosfater med färre antal fosfatgrupper förekommer men i betydligt mindre mängd än fytat (Raboy, 2003). De många utbytbara protonerna och den negativa laddningen vid neutralt pH ger fytat chelrande egenskaper. Komplexbindning sker framförallt med positiva joner som zink och kalcium. Fytat kan också binda till proteiner eller stärkelse, antingen direkt genom elektrostatiske bindningar och vätebindningar, eller indirekt via positiva metalljoner. Fytat finns i nästan alla växter och förekommer i högst koncentration i frön och kärnor, där det fungerar som lagringsmolekyl för fosfor och mineraler (Schlemmer *et al.*, 2009). Under groningen förses den växande plantan med inositol, fosfat och mineraler genom enzymatisk nedbrytning av fytat (Schlemmer *et al.*, 2009).

Fytat påverkar utnyttjandet av makro- och mikronäringsämnen i kosten (Oatway *et al.*, 2001). Genom att binda till näringsämnen och göra dem otillgängliga för absorption hämmar fytat näringsupptaget. Detta gäller mineraler, särskilt zink, men även stärkelse och proteiner. Komplexbindning med digestionsenzymer, däribland α -amylas, pepsin, trypsin och kymotrypsin, leder dessutom till minskad digererbarhet av kolhydrater och protein. Människan saknar tarmfytaser och kan därför inte bryta ner fytat (Muzquiz *et al.*, 2012).

Fytat har även visats ha positiva hälsoeffekter. Genom att minska biotillgängligheten av mineraler kan de samtidigt minska absorptionen av tungmetaller i kosten. Dessutom har fytat visats ha antioxidativa egenskaper *in vitro* och kan bidra till att förebygga hjärtsjukdom, njursten och tjocktarmscancer (Muzquiz *et al.*, 2012).

2.3.2 Tanniner

Polyfenoler är samlingsnamnet för en strukturellt heterogen grupp av polymeriserade fenoliska föreningar. Polyfenoler är antioxidativa (Balasundram *et al.*, 2006)

och ansamlas i fröskalet hos baljväxter där de bidrar till dess färg (Sparvoli *et al.*, 2015). En av de dietärt viktigaste klasserna av polyfenoler är tanninerna (Balasundram *et al.*, 2006). Tanniner är relativt högmolekylära substanser som delas in i hydrolyserbara tanniner och proantocyanidiner eller kondenserade tanniner. Hydrolyserbara tanniner är estrar av organiska syror (gallussyra och dess derivat) och sockerenheter. Kondenserade tanniner är polymerer av flavanoler med olika hydroxyleringsmönster och stereokemi (Balasundram *et al.*, 2006, Lampart-Szczapa *et al.*, 2003, Serrano *et al.*, 2009). En vanlig flavanolmonomer i kondenserade tanniner är catechin (Serrano *et al.*, 2009), och innehållet av kondenserade tanniner mäts ofta i catechinekvivalenter (CE).

Tanniner reducerar nedbrytbarheten av näringsämnen genom inhibering av digestionsenzymer (Serrano *et al.*, 2009) eller genom komplexbildning med dietärt protein. De bildar också komplex med polysackarider och mineraler i mag-tarmkanalen och minskar således biotillgängligheten av dessa näringsämnen (Balasundram *et al.*, 2006, Sparvoli *et al.*, 2015). Tanniner metaboliseras i låg grad i tunntarmen och det mesta når därför tjocktarmen, där de fermenteras till olika absorberbara och icke-absorberbara metaboliter. Absorberbara tanniner och metaboliter från fermentering kan ge systemiska effekter, vilka i hög grad ännu är okända (Serrano *et al.*, 2009).

Positiva hälsoeffekter av tanniner har också påvisats, främst i studier på djur. Tanniner som inte bryts ner kan ha lokal påverkan i mag-tarmkanalen, bland annat genom antioxidativa, antimikrobiella, antivirala och antimutagena effekter samt radikaleliminering. Tanniner kan även verka förebyggande mot diabetes genom antioxidativa effekter och fördröjning av glukosabsorption (Serrano *et al.*, 2009).

2.3.3 Oxalat

Oxalat är en vanlig komponent i många vegetabilier och återfinns i låga halter i de flesta baljväxter (Champ, 2002), oftast i form av natrium- eller kaliumoxalat, vilka är vattenlösliga, eller som kalciumoxalat, vilket är olösligt i vatten (Liebman och Al-Wahsh, 2011). Oxalat har flera funktioner i växten, bland annat som del i kalciumreglering, jonbalans, vävnadsstöd, tungmetallsavgiftning och skyddsmekanismer (Rahman och Kawamura, 2011). Oxalat och oxalsyra klassas som ANF eftersom de bildar olösliga komplex med kalcium-, järn- och magnesiumjoner, vilket gör dessa mineraler otillgängliga för absorption (Quinteros *et al.*, 2003). Högt intag av oxalat bidrar till ökad risk för njursten (Jancurová *et al.*, 2009).

3 Halter i olika baljväxter

Detta avsnitt behandlar några baljväxter med odlingspotential i Sverige och deras innehåll av ANF. Jämförelser som görs baseras på innehållet i andra baljväxter. Tabell 1 visar en sammanställning av ANF-innehållet i olika bönor, ärtor och linser. Som framgår av tabellen är variationen stor inom de olika baljväxterarterna. Fullständiga tabeller över de studier som använts till Tabell 1 återfinns i Bilaga 1 (Bilagetabell 1-9).

Tabell 1. *Innehåll av antinutritionella faktorer i olika baljväxter^{a,b}*

Antinutritionell faktor ^c	Sojaböna	Lupin	Bondböna	Trädgårdsböna	Ärta	Lins
TI ^d (IU ^d /mg)	45–84	0–3	4–10	3–66	1–15	3–8
KTI ^d (IU ^d /mg)	12–30		1–4	0,4–24	3–16	4–6
α AI ^d (IU ^d /mg)	0–0,94	0	0–0,02	0,45–0,79	0–0,02	0
Lektiner (HA ^d)	12 500		3120–12500	12–12500	3120	1560–6250
Lektiner (%)	0,30–0,48		0,03	0,07–2,53	0,14	0,06–0,48
Saponiner (%)	0,56–5,60	0–0,07	0,01–1,37	0,04–1,32	0,07–2,50	0,07–0,11
α -Galaktosider (%)	1,3–8,3	0,9–16,1	1,0–4,5	0,4–8,0	2,3–9,6	1,8–7,5
Fytat (%)	0,5–2,3	0,3–1,65	0,5–1,8	0,2–2,4	0,2–0,9	0,2–2,3
Kondenserade tanniner (CE ^d mg/100 g)	37–196	13–77	195	0,24–2879	13,5–61	373–1020
Oxalat (% ^e)	0,50			0,11–0,16		
Oxalat (%)			0,4–0,969		0,1–0,667	0,4–0,538

a. Tom ruta indikerar att uppgift saknas

b. Referenser återfinns i Bilaga 1, Bilagetabell 1-9

c. I torrsvikt om ej annat anges

d. TI: trypsininhбитorer, IU: inhibitorisk enhet, KTI: kymotrypsininhбитorer, α AI: α -amylasinhбитorer, HA: hemagglutinationsaktivitet (mätt på humanblodgrupp AB), CE: catechin-ekvivalenter

e. Färsksvikt

3.1 Bönor

3.1.1 Sojaböna

Sojaböna (*Glycine max*) är en av världens mest odlade grödor. Tack vare förädling finns det idag sorter som är anpassade till odling i Sverige (Nilsson, 2010). Som framgår av Tabell 1 innehåller soja höga halter av de flesta ANF. De huvudsakliga ANF är PI (Lajolo och Genovese, 2002, Sparvoli *et al.*, 2015) i form av både TI och KTI. PI-innehållet varierar i olika studier och mellan olika sorter, och beror av odlingsförhållanden såväl som genotyp (Vollmann *et al.*, 2003). Det finns också särskilda framförädlade sorter med lågt innehåll av TI (Medic *et al.*, 2014, Mikić *et al.*, 2009). α AI-halten varierar i olika studier, från låg eller obefintlig (Díaz *et al.*, 2004, Lajolo och Genovese, 2002) till relativt hög (Shi *et al.*, 2017). Lektinaktiviteten är relativt hög i soja (Sparvoli *et al.*, 2015). Saponinhalten är hög och varierar med sort, odlingsförhållanden och geografi. Högst koncentration av saponiner finns i skalet (Shi *et al.*, 2004). α -Galaktosider förekommer i medelhög koncentration i soja (Martínez-Villaluenga *et al.*, 2008) och fytat i relativt höga halter (Sparvoli *et al.*, 2015). Tanninhalten är låg till medelhög och är högre i mörka sojabönor än i ljusa (Xu *et al.*, 2007). Oxalathalten i sojaböna är relativt hög jämfört med andra baljväxter (Chai och Liebman, 2005, Champ, 2002, Massey *et al.*, 2001).

3.1.2 Lupin

Lupin (*Lupinus spp.*) trivs bra i tempererat klimat och anses därför kunna konkurrera med soja som råvara för livsmedel och foder (Mohammed *et al.*, 2017). Lupiner delas in i söta och bittra lupiner beroende på om de har låg respektive hög alkaloidhalt (Święcicki *et al.*, 2015). Globalt odlas främst fyra arter av sötlupin för foder och humankonsumtion: *Lupinus angustifolius*, *Lupinus albus*, *Lupinus luteus* och *Lupinus mutabilis* (Carvajal-Larenas *et al.*, 2016, Smýkal *et al.*, 2015, Święcicki *et al.*, 2015). Sötlupin innehåller generellt lägre halter av ANF än andra baljväxter (Lampart-Szczapa *et al.*, 2003), vilket även framgår av Tabell 1. Det låga innehållet av PI (Carvajal-Larenas *et al.*, 2016, Kouris-Blazos och Belski, 2016), α AI (Sparvoli *et al.*, 2015) och lektiner (Carvajal-Larenas *et al.*, 2016, Kouris-Blazos och Belski, 2016, Sparvoli *et al.*, 2015) gör att lupiner inte behöver beredas innan konsumtion i samma utsträckning som många andra baljväxter (Kouris-Blazos och Belski, 2016). Halten saponiner är låg eller försumbar i lupin (Carvajal-Larenas *et al.*, 2016, Kouris-Blazos och Belski, 2016). Däremot innehåller lupin högst halt av α -galaktosider av alla baljväxter (Guillon och Champ,

2002). Fytathalten i lupin varierar mellan olika studier, från låg eller försumbar (Carvajal-Larenas *et al.*, 2016, Kouris-Blazos och Belski, 2016) till relativt hög (Embaby, 2010). Innehållet av tanniner är relativt lågt (Tabell 1), men varierar mellan sorter (Lampart-Szczapa *et al.*, 2003). Det har inte gått att hitta uppgifter om oxalathalten i lupinfrön.

3.1.3 Bondböna och åkerböna

Bondböna (*Vicia faba major*) och åkerböna (*Vicia faba minor*) tillhör samma art (Elfström, 2014). De flesta studier på *Vicia faba* specificerar inte om det är bondböna eller åkerböna som avses. Här används därför bondböna som översättning för engelskans *Faba bean*. Bondböna används som foder och livsmedel (Crépon *et al.*, 2010), och har tidigare odlats i stora delar av Sverige (Sundén, 2014). Bondböna innehåller låga till medelhöga halter av de flesta ANF (Tabell 1). De har låga halter av PI och α AI (Guillon och Champ, 2002, Sparvoli *et al.*, 2015) och medelhög lektinaktivitet (Sparvoli *et al.*, 2015). Halten saponiner i bondböna är förhållandevis låg (Muzquiz *et al.*, 2012), liksom innehållet av α -galaktosider. Bondböna innehåller medelhöga halter av fytat (Sparvoli *et al.*, 2015), och de flesta bondbönsorter som odlas i EU har högt innehåll av tanniner (Crépon *et al.*, 2010). Oxalathalten är högre än i ärta men betydligt lägre än i trädgårdsböna (Słupski *et al.*, 2011).

3.1.4 Trädgårdsböna

Trädgårdsböna, även kallad fältböna, omfattar alla sorter inom arten *Phaseolus vulgaris*, bland annat kidneybönor samt svarta, vita och bruna bönor (Nilsson, 2010). Som framgår av Tabell 1 innehåller trädgårdsböna höga halter av framförallt antinutritionella proteiner. Innehållet av TI är högt (Sparvoli *et al.*, 2015, Guillamón *et al.*, 2008), men varierar med genotyp och odlingsförhållanden (Piergiovanni och Pignone, 2003). Trädgårdsböna innehåller bland de högsta nivåerna av α AI av alla baljväxter (Sparvoli *et al.*, 2015). De huvudsakliga ANF är dock lektiner (Burbano *et al.*, 1999, Campion *et al.*, 2009), som finns i särskilt höga halter i röda kidneybönor (Kouris-Blazos och Belski, 2016). Saponinhalten i trädgårdsböna varierar i litteraturen och mellan olika sorter med alltifrån låga eller inga halter till höga halter (Doria *et al.*, 2012, Shi *et al.*, 2009, Sotelo *et al.*, 1995). Innehållet av α -galaktosider är lågt (Muzquiz *et al.*, 2012), medan fytathalten däremot är relativt hög (Sparvoli *et al.*, 2015) och varierar mellan sorter (Doria *et al.*, 2012). Tannininnehållet varierar stort mellan olika sorters trädgårdsbönor (Díaz *et al.*, 2004, Doria *et al.*, 2012). Kraftigt pigmenterade bönor har höga halter i fröskallet medan ljusa sorter har låga halter (Doria *et al.*, 2012). Kokta trädgårdsbönor

innehåller relativt höga halter av oxalat, även om halterna varierar mellan olika sorter (Chai och Liebman, 2005).

3.2 Ärtor

Gul och grön ärt (*Pisum sativum*) odlas i stor utsträckning i Sverige, både som foder och livsmedel (Sundén, 2014). Ärtor har, i jämförelse med många andra baljväxter, relativt lågt innehåll av ANF (Tabell 1). Halterna varierar dock väsentligt beroende på genotyp och odlingsförhållanden (Ariza *et al.*, 2004). Ärtor innehåller relativt låga halter av TI (Sparvoli *et al.*, 2015), och halterna tycks vara lägre i gröna ärtsorter än i gula (Vidal-Valverde *et al.*, 2003). α AI verkar i princip saknas hos ärtor (Ariza *et al.*, 2004, Campos-Vega *et al.*, 2010) och lektiner förekommer i låga nivåer (Ariza *et al.*, 2004, Sparvoli *et al.*, 2015). Saponininnehållet i ärtor är generellt relativt lågt (Sparvoli *et al.*, 2015) men varierar stort mellan olika sorter (Daveby *et al.*, 1997, Heng *et al.*, 2006). Uppgifterna går isär gällande ärtfärgens påverkan på saponinhalten (Daveby *et al.*, 1997, Heng *et al.*, 2006). Ärtor innehåller relativt mycket α -galaktosider (Sanchez-Chino *et al.*, 2015) medan fytat- och tanninhalten är låg jämfört med andra baljväxter (Sparvoli *et al.*, 2015). Oxalathalten i kokta ärtor och färska ärtor är relativt låg (Słupski *et al.*, 2011), men tycks vara något högre i gröna ärtor än i gula (Chai och Liebman, 2005).

3.3 Linser

Linser (*Lens culinaris*) används i matlagning över hela världen och förekommer som gröna, gula eller röda linser (Marklinder, 2014). På Gotland har man länge odlat lins och odlingsmöjligheterna i Sverige är goda (Nilsson, 2010). Innehållet av de flesta ANF är lågt i lins jämfört med andra baljväxter (Tabell 1). Lins innehåller låga till medelhöga halter av TI (Sparvoli *et al.*, 2015, Wang och Daun, 2006) men innehåller inte α AI (Sparvoli *et al.*, 2015). Halten och aktiviteten av lektiner tycks vara hög i lins jämfört med andra baljväxter (Muzquiz *et al.*, 2012, Roy *et al.*, 2010). Saponininnehållet är lågt, även om variation förekommer (Ruiz *et al.*, 1996). Lins innehåller måttliga halter α -galaktosider. Halten varierar dock stort mellan olika sorter (Tahir *et al.*, 2011). Mängden fytat i lins är låg till medelhög, och stor variation förekommer även här (Wang och Daun, 2006). Tanninhalten varierar också med sort men är hög jämfört med andra baljväxter (Xu *et al.*, 2007). Oxalathalten varierar från låg i kokta linser (Chai och Liebman, 2005) till hög i råa linser (Quinteros *et al.*, 2003).

4 Effekter av beredning

Beredning eller tillagning av olika slag minskar halten eller aktiviteten av ANF i baljväxter och ofta är någon typ av beredning nödvändigt innan konsumtion (Hajos och Osagie, 2004). Generellt rekommenderas en kombination av olika metoder för att reducera eller eliminera ANF i baljväxter, eftersom effekten på olika ANF varierar med metod (Hajos och Osagie, 2004). Nedan redogörs för effekterna av blötläggning, hydrotermisk beredning och skalning på ANF i bönor, ärtor och linser. Tabell 2 visar en sammanställning av olika beredningsmetoder och deras effekt på ANF i baljväxter. Övriga metoder (grodning, fermentering, extrudering och rostning) tas inte upp i texten men i Tabell 2 framgår att de reducerar halterna av många ANF. Fullständiga tabeller över de studier som undersökts och som ligger till grund för Tabell 2 återfinns i Bilaga 1 (Bilagetabell 10-16).

4.1 Blötläggning

Blötläggning, ofta i kombination med andra metoder, är en vanlig metod för att minska halten av ANF i baljväxter (Hajos och Osagie, 2004). Förklaringen till minskningen är att vattenlösliga ämnen diffunderar ut i blötläggningssvattnet och att halterna av dessa minskar i själva baljväxtfröet (Hailelassie *et al.*, 2016). En annan förklaring är hydrolys av polymerer med hög molekylvikt till mindre föreningar (Embaby, 2010). En ökning kan i stället bero på att andra ämnen urlakas i högre grad, vilket resulterar i en högre relativ koncentration efter blötläggning (Wang *et al.*, 2008). Effekten av blötläggning på enzyminhibitorer varierar men är generellt liten (Tabell 2). Lektiner påverkas inte av blötläggning. Saponiner, α -galaktosider och tanniner minskar generellt vid blötläggning. Effekten på fytat varierar mellan en halvering (Khatab och Arntfield, 2009), ingen effekt alls (Yasmin *et al.*, 2008), (Wang *et al.*, 2008) och en relativ ökning med en tredjedel (Egounlety och Aworh, 2003). Oxalathalten verkar också kunna minska vid blöt-

läggning, vilket Adebowale *et al.* (2013) visade i en studie på baljväxten bambara-jordnöt (*Vigna subterranea*).

4.2 Hydrotermisk beredning

Beredning med vatten och värme är en effektiv metod för att reducera många ANF. Kokning föregås dessutom ofta av en blötläggning, vilket kan förstärka effekten (Embaby, 2010, Shi *et al.*, 2009, Shimelis och Rakshit, 2007). Studier på olika baljväxter visar att traditionell kokning och autoklivering reducerar halterna av PI, α AI, lektiner, saponiner, α -galaktosider, tanniner och oxalat (Tabell 2). Allra mest reduceras aktiviteten hos antinutritionella proteiner. I många fall eliminerar aktiviteten helt. Anledningen är att proteiner är värmekänsliga och denatureras vid hög temperatur (Embaby, 2010, Shi *et al.*, 2017). Det finns mer värmeresistenta lektiner (Roy *et al.*, 2010), men enligt Nasi *et al.* (2009) är lektiner från soja, bondböna, trädgårdsböna, ärta och lins värmekänsliga och utgör främst en risk om baljväxterna äts råa.

Den reducerande effekten av kokning på övriga substanser är något lägre. Saponiner och α -galaktosider är värmekänsliga och bryts ner vid höga temperaturer (Shi *et al.*, 2009, Wang *et al.*, 2010). Förlusten av tanniner beror enligt Embaby (2010) på termisk degradering, urlakning i kokvattnet och bildande av olösliga komplex med andra baljväxtkomponenter. Lösliga oxalater lakas också ut i kokvattnet (Judprasong *et al.*, 2006). När det gäller fytat varierar resultaten mellan olika studier. I de flesta fall har hydrotermisk beredning lett till en sänkning av fytathalten, men Wang *et al.* (2010) och Yasmin *et al.* (2008) fann en opåverkad fytathalt i trädgårdsböna, och Embaby (2010) och Luo och Xie (2013) fann en marginell ökning i lupin respektive bondböna. En minskning vid kokning beror enligt Khattab och Arntfield (2009) på att fytat är värmekänsligt och bildar olösliga komplex med andra substanser vid värmebehandling. Embaby (2010) menar dock att fytat är värmestabilt, och alltså inte borde påverkas av kokning.

4.3 Skalning

Effekten av skalning på olika ANF varierar mellan olika studier och är ibland motstridiga. Skalning reducerar främst de substanser som finns i högre koncentration i skalet än i hjärtbladen, vilket kan variera mellan olika baljväxter. Skalning är huvudsakligen ett sätt att reducera tanninhalten, som minskar i de flesta baljväxter utom i lupin (Embaby, 2010). Även oxalathalten tycks kunna minska något genom skalning (Gad *et al.*, 1982). Det relativa innehållet av KTIA, α AI, α -galaktosider och fytat ökar något vid skalning, medan lektinhalten förblir oförändrad. Effekten

på TIA varierar, men eftersom TI främst finns lokaliserade i hjärtbladen leder skalning till en ökad relativ halt i baljväxter med stor andel skal jämfört med de som har liten andel skal (Ejigui *et al.*, 2005). Saponinhalten minskade betydligt vid skalning av ärtväxten *Cajanus cajan* efter blötläggning, jämfört med endast blötläggning (Duhan, 2001), vilket tyder på att skalning kan reducera saponinhalten i baljväxter.

Tabell 2. Effekten av olika beredningsmetoder på halten eller aktiviteten av antinutritionella faktorer^a i baljväxter^b

Beredningsmetod	TIA ^a	KTIA ^a	α AI ^a	HA ^a /lektiner	Saponiner	α -Galaktosider	Fytat	Tanniner	Oxalat
Blötläggning, kranvatten	↓ 0–20 % (4, STÄ)			↑ 0 % (1, T)	↓ 11–41 % (3, BT)	↓ 22–45 % (5, STÄ)	↓ 49 % - ↑ 45 % (4, STÄ)	↓ 23–87 % (4, STÄ)	
Blötläggning, destillerat/avjonat vatten	↓ 31 % - ↑ 29 % (11, SLuBTÄLi)	↓ 0–18 % (3, BTÄ)	↓ 4–27 % (6, SBTÄ)	↑ 0 % (5, LuBTÄ)	↓ 0–10 % (2, TLi)	↓ 5 % - ↑ 2 % (1, Ä)	↓ 33 % - ↑ 7 % (7, LuBTÄ)	↓ 48 % - ↑ 11 % (6, LuBTÄ)	
Kokning utan blötläggning	↓ 23–100 % (4, LBTÄ)			↓ 75–94 % (3, LuBT)	↓ 0–68 % (3, T)	↓ 49–61 % (2, TÄ)	↓ 64 % - ↑ 9 % (4, LuBTÄ)	↓ 0–95 % (4, LuBTÄ)	↓ 30–43 % (4, BÄ)
Kokning med blötläggning	↓ 62–100 % (11, SBTÄLi)	↓ 100 % (5, SBTÄLi)	↓ 80–100 % (2, ST)			↓ 15–65 % (5, TÄLi)	↓ 0–58 % (7, TÄLi)	↓ 9–99 % (6, TÄLi)	↓ 36–70 % (2, ST)
Autoklavering	↓ 84–100 % (6, LiBTÄ)			↓ 93–100 % (3, LuBT)	↓ 73–100 % (3, T)	↓ 65–77 % (3, TÄ)	↓ 70 % - ↑ 11 % (6, LuBTÄ)	↓ 0–95 % (6, LuBTÄ)	
Skalning	↓ 13 % - ↑ 28 % (6, LuBTÄ)	↑ 0–15 % (3, BTÄ)	↑ 0–21 % (3, BTÄ)	↑ 0 % (5, LuBTÄ)		↑ 6–15 % (1, Ä)	↑ 0–14 % (6, LuBTÄ)	↓ 67 % - ↑ 12 % (5, LuBTÄ)	
Groddning	↓ 15–75 % (4, BTÄ)	↓ 12–53 % (3, BTÄ)	↓ 34–48 % (3, BTÄ)	↓ 0–18 % (4, BTÄ)	↓ 50–59 % (1, T)	↓ 83–100 % (5, LuT)	↓ 16–96 % (7, LuBTÄLi)	↓ 13–76 % (6, BTÄLi)	
Fermentering	↓ 38–43 % (2, TÄ)					↓ 71–72 % (2, TÄ)	↓ 16–69 % (3, LuTÄ)	↓ 50–96 % (2, TÄ)	
Extrudering	↓ 86–99 % (3, BTÄ)	↓ 53–100 % (3, BTÄ)	↓ 100 % (3, BTÄ)	↓ 98 % (3, BTÄ)			↓ 8–27 % (3, BTÄ)	↓ 54–90 % (3, BTÄ)	
Rostning	↓ 100 % (2, TÄ)					↓ 24 % (2, TÄ)	↓ 36–40 % (2, TÄ)	↓ 9–86 % (2, TÄ)	

a. TIA: trypsininhibitorisk aktivitet, KTIA: kymotrypsininhibitorisk aktivitet, α AI: α -amylasinhibitorer, HA: hemagglutinationsaktivitet

b. Tom ruta indikerar att uppgift saknas. Siffror och bokstäver inom parentes indikerar antal studier siffrorna baseras på och de ingående baljväxterna i dessa studier. S: sojaböna, Lu: lupin, B: bondböna, T: trädgårdsböna, Ä: ärta, Li: lins

5 Diskussion och slutsats

Baljväxter utgör ett näringsrikt och hälsosamt livsmedel (Shi *et al.*, 2017). Förekomsten av ANF begränsar dock konsumtionen av baljväxter eftersom de sänker näringsvärdet och kan vara skadliga vid höga halter (Mikić *et al.*, 2009). Viktiga ANF i baljväxter är PI, α AI, lektiner, saponiner, α -galaktosider, fytat, tanniner och oxalat. Dessa hämmar utnyttjandet av näringsämnen genom olika mekanismer, till exempel inhibering av digestionsenzymer och komplexbindning till mineraler. Negativa hälsoeffekter vid stora intag av ANF inkluderar hämmad tillväxt, förstoring av digestionsorgan och hemolys (se 2. *ANF och deras effekter på hälsan*). Förädling i syfte att reducera innehållet av ANF i baljväxter skulle kunna vara ett verktyg för att ytterligare höja den närings- och hälsomässiga potentialen hos baljväxter (Campion *et al.*, 2013). Denna litteratursammanställning har dock visat att ANF också kan ha positiva hälsoeffekter. Effekten är troligen dosberoende, vilket bör tas i beaktande vid förädlingen då en total eliminering kanske inte alltid är önskvärd.

Även om ANF förekommer i alla baljväxter som studerats varierar halterna betydligt mellan olika bönor, linser och ärtor (Tabell 1). Den stora inomartsvariationen försvårar jämförelsen mellan arter och gör det svårt att dra några entydiga slutsatser. Tidsintervallet mellan olika studier komplicerar också jämförelsen eftersom såväl sorter som analysmetoder förändras med tiden. Olika studier har också använt sig av olika analysmetoder för att kvantifiera ANF, vilket gör att jämförelsen bör tolkas med viss försiktighet. Några generella slutsatser kan emellertid dras. Soja och trädgårdsböna innehåller relativt höga halter av ANF, särskilt i form av värmekänsliga enzyminhibitorer och lektiner (Tabell 1). Lupin, ärtor och lins innehåller lägre halter av antinutritionella proteiner men högre halter av andra substanser, till exempel α -galaktosider (Tabell 1). Vidare forskning bör fokusera på kartläggning av halterna av ANF i olika sorter och faktorer som orsakar denna variation. En intressant fråga är till exempel betydelsen av genotyp kontra fenotyp för produktionen av ANF i baljväxter.

Olika beredningsmetoder reducerar halten av eller aktiviteten hos ANF i baljväxter (Tabell 2). Valet av beredningsmetod bör ske med hänsyn till de huvudsakliga ANF i baljväxten i fråga och hur viktigt det är att dessa reduceras eller elimineras. Värmebehandling är till exempel den bästa metoden för att reducera halterna av PI och lektiner (Tabell 2), vilket är särskilt viktigt i soja och trädgårdsböna. Skalning är att föredra om man vill sänka tanninhalten. Groddning är ett bra sätt att minska halten av α -galaktosider, vilket kan vara användbart för lupin och ärtor, samt halten av fytat (Tabell 2). En kombination av metoder, till exempel blötläggning, skalning och värmebehandling bör användas om man vill reducera innehållet av alla ANF (Hajos och Osagie, 2004). En relevant frågeställning för vidare studier är vilken grad av beredning, till exempel koknings- eller groddningstid, som behövs för att reducera ANF i baljväxter till acceptabla nivåer, och vilka nivåer som kan anses vara acceptabla.

Den här uppsatsen har beskrivit struktur och funktion hos antinutritionella faktorer i baljväxter, deras fysiologiska effekter och hälsoeffekter vid konsumtion, halter i bönor, ärtor och linser samt hur de påverkas av beredning. Avslutningsvis kan det konstateras att eftersom beredning reducerar halterna utgör ANF ett hinder främst för konsumtion av råa baljväxtfrön. Baljväxter bör därför beredas eller tillagas före konsumtion, vilket antagligen redan görs i de allra flesta fall.

Referenslista

- Adebowale, A. A., Awolala, F. M., Fetuga, G. O., Sanni, S. A. & Adegunwa, M. O. 2013. Effect of soaking pre-treatments on nutritional composition and functional properties of bambara groundnut (*Vigna subterranea*) flour. *In: Massawe, F., Mayes, S. & Alderson, P. (red.) 2nd International Symposium on Underutilized Plant Species: Crops for the Future - Beyond Food Security*. Leuven 1: Int Soc Horticultural Science.
- Akhtar, M. S., Israr, B., Bhatti, N. & Ali, A. 2011. Effect of cooking on soluble and insoluble oxalate contents in selected Pakistani vegetables and beans. *International Journal of Food Properties*, 14, 241-249.
- Alonso, R., Aguirre, A. & Marzo, F. 2000. Effects of extrusion and traditional processing methods on antinutrients and in vitro digestibility of protein and starch in faba and kidney beans. *Food Chemistry*, 68, 159-165.
- Alonso, R., Orúe, E. & Marzo, F. 1998. Effects of extrusion and conventional processing methods on protein and antinutritional factor contents in pea seeds. *Food Chemistry*, 63, 505-512.
- Ariza-nieto, M., Blair, M. W., Welch, R. M. & Glahn, R. P. 2007. Screening of iron bioavailability patterns in eight bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes using the Caco-2 cell in vitro model. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 7950-7956.
- Ariza, N., Martín-Cabrejas, M., Esteban, R., Mollá, E. & López-Andréu, F. 2004. Evaluation of antinutritional factors and nitrogen compounds of selected pea cultivars (*Pisum sativum* L.). *Publication-European Association For Animal Production*, 110, 35-38.
- Ayet, G., Muzquiz, M., Burbano, C., Robredo, L., Cuadrado, C. & PRICE, K. 1996. Determinación de saponinas en las principales leguminosas cultivadas en España/Determination of saponins in the main legumes cultivated in Spain. *Food Science and Technology International*, 2, 95-100.
- Balasundram, N., Sundram, K. & Samman, S. 2006. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry*, 99, 191-203.
- Burbano, C., Muzquiz, M., Ayet, G., Cuadrado, C. & Pedrosa, M. M. 1999. Evaluation of antinutritional factors of selected. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79, 1468-1472.
- Campion, B., Glahn, R. P., TAVA, A., Perrone, D., Doria, E., Sparvoli, F., Cecotti, R., Dani, V. & Nielsen, E. 2013. Genetic reduction of antinutrients in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seed, increases nutrients and in vitro iron bioavailability without depressing main agronomic traits. *Field Crops Research*, 141, 27-37.
- Campion, B., Perrone, D., Galasso, I. & Bollini, R. 2009. Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) lines devoid of major lectin proteins. *Plant Breeding*, 128, 199-204.

- Campos-Vega, R., Loarca-Piña, G. & Oomah, B. D. 2010. Minor components of pulses and their potential impact on human health. *Food Research International*, 43, 461-482.
- Carvajal-Larenas, F. E., Linnemann, A. R., Nout, M. J. R., Koziol, M. & Van Boekel, M. 2016. *Lupinus mutabilis*: composition, uses, toxicology, and debittering. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56, 1454-1487.
- Chai, W. & Liebman, M. 2005. Oxalate content of legumes, nuts, and grain-based flours. *Journal of Food Composition and Analysis*, 18, 723-729.
- Champ, M. M. J. 2002. Non-nutrient bioactive substances of pulses. *British Journal of Nutrition*, 88, 307-319.
- Chilomer, K., Zaleska, K., Ciesiolka, D., Gulewicz, P., Frankiewicz, A. & Gulewicz, K. 2010. Changes in the alkaloid, alpha-galactoside and protein fractions content during germination of different lupin species. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 79, 11-20.
- Crépon, K., Marget, P., Peyronnet, C., Carrouée, B., Arese, P. & Duc, G. 2010. Nutritional value of faba bean (*Vicia faba* L.) seeds for feed and food. *Field Crops Research*, 115, 329-339.
- Dang, L. & van Damme, E. J. M. 2015. Toxic proteins in plants. *Phytochemistry*, 117, 51-64.
- Daveby, Y. D., Åman, P., Betz, J., Musser, S. & Obermeyer, W. 1997. The variation in content and changes during development of Soyasaponin I in dehulled Swedish peas (*Pisum sativum* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 73, 391-395.
- Díaz-Batalla, L., Widholm, J. M., Fahey, G. C., Castaño-Tostado, E. & Paredes-López, O. 2006. Chemical components with health implications in wild and cultivated Mexican common bean seeds (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 2045-2052.
- Díaz, M., Cabreas, M., Ariza, N., Lopez-Andreu, F., Jaime, L. & Vidal-Valverde, C. 2004. Determination of the antinutritional factors in the seed of tropical grain legumes with potential for human and animal feeding. *Publication-European Association For Animal Production*, 110, 43-48.
- Doria, E., Campion, B., Sparvoli, F., Tava, A. & Nielsen, E. 2012. Anti-nutrient components and metabolites with health implications in seeds of 10 common bean (*Phaseolus vulgaris* L. and *Phaseolus lunatus* L.) landraces cultivated in southern Italy. *Journal of Food Composition and Analysis*, 26, 72-80.
- Duhan, A., Khetarpaul, N., Bishnoi, S., 2001. Saponin content and trypsin inhibitor activity in processed and cooked pigeon pea cultivars. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 52, 53-59.
- Egounlety, M. & Aworh, O. C. 2003. Effect of soaking, dehulling, cooking and fermentation with *Rhizopus oligosporus* on the oligosaccharides, trypsin inhibitor, phytic acid and tannins of soybean (*Glycine max* Merr.), cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) and groundbean (*Macrotyloma geocarpa* Harms). *Journal of Food Engineering*, 56, 249-254.
- Ejigui, J., Savoie, L., Marin, J. & Desrosiers, T. 2005. Influence of traditional processing methods on the nutritional composition and antinutritional factors of red peanuts (*Arachis hypogea*) and small red kidney beans (*Phaseolus vulgaris*). *Journal of Biological Sciences*, 5, 597-605.
- Elfström, C. 2014. Svenskodlade bondbönor som proteinkälla till köttsubstitut: Miljöpåverkan, odling, förädling och tillverkning. Kandidatarbete i biologi, Örebro: Örebro universitet
- Embaby, H. E.-S. 2010. Effect of soaking, dehulling, and cooking methods on certain antinutrients and in vitro protein digestibility of bitter and sweet lupin seeds. *Food Science and Biotechnology*, 19, 1055-1062.
- Fogelberg, F. 2008. Svenska bönor inte bara bruna – klimat och jordmån passar även exotiska bönor. *JTI informerar*. JTI - institutet för jordbruks- och miljöteknik.
- Francis, G., Kerem, Z., Makkar, H. P. & Becker, K. 2002. The biological action of saponins in animal systems: a review. *British Journal of Nutrition*, 88, 587-605.

- Gad, S. S., El-Zalaki, M. E., Mohamed, M. S. & Mohasseb, S. Z. 1982. Oxalate content of some leafy vegetables and dry legumes consumed widely in Egypt. *Food Chemistry*, 8, 169-177.
- Ghavidel, R. A. & Prakash, J. 2007. The impact of germination and dehulling on nutrients, antinutrients, in vitro iron and calcium bioavailability and in vitro starch and protein digestibility of some legume seeds. *LWT - Food Science and Technology*, 40, 1292-1299.
- Goyoaga, C., Burbano, C., Cuadrado, C., Romero, C., Guillamón, E., Varela, A., Pedrosa, M. M. & Muzquiz, M. 2011. Content and distribution of protein, sugars and inositol phosphates during the germination and seedling growth of two cultivars of *Vicia faba*. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24, 391-397.
- Guillamón, E., Pedrosa, M. M., Burbano, C., Cuadrado, C., Sánchez, M. D. C. & Muzquiz, M. 2008. The trypsin inhibitors present in seed of different grain legume species and cultivar. *Food Chemistry*, 107, 68-74.
- Guillon, F. & Champ, M.-J. 2002. Carbohydrate fractions of legumes: uses in human nutrition and potential for health. *British Journal of Nutrition*, 88, 293-306.
- Gupta, R. K., Gupta, K., Sharma, A., Das, M., Ansari, I. A. & Dwivedi, P. D. 2017. Health risks and benefits of chickpea (*Cicer arietinum*) consumption. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 65, 6-22.
- Haileslassie, H. A., Henry, C. J. & Tyler, R. T. 2016. Impact of household food processing strategies on antinutrient (phytate, tannin and polyphenol) contents of chickpeas (*Cicer arietinum* L.) and beans (*Phaseolus vulgaris* L.): a review. *International Journal of Food Science and Technology*, 51, 1947-1957.
- Hajos, G. & Osagie, A. 2004. Technical and biotechnological modifications of antinutritional factors in legume and oilseeds. *Publication-European Association For Animal Production*, 110, 293-306.
- Heng, L., Vincken, J. P., van Koningsveld, G., Legger, A., Gruppen, H., van Boekel, T., Roozen, J. & Voragen, F. 2006. Bitterness of saponins and their content in dry peas. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86, 1225-1231.
- Jancurová, M., Minarovicová, L. & Dandar, A. 2009. Quinoa—a review. *Czech Journal of Food Sciences*, 27, 71-79.
- Jordbruksverket. 2016. *Arealer med örter och åkerbönor ökar* [Online]. Jordbruksverket. Tillgänglig: <http://www.jordbruksverket.se/pressochmedia/nyheter/nyheter2016/arealermedarterochakerbonorokar.5.40012a0b154e55673059c20c.html> [Hämtad: 2017-05-10].
- JTI, Institutet för Jordbruks- och Miljöteknik. 2016. *Åkerbönor blir nytt livsmedel* [Online]. Tillgänglig: http://www.jti.se/index.php?mact=News2,cntnt01,detail,0&_s_=&cntnt01articleid=388 [Hämtad: 2017-05-10].
- Judprasong, K., Charoenkiatkul, S., Sungpuag, P., Vasanachitt, K. & Nakjamanong, Y. 2006. Total and soluble oxalate contents in Thai vegetables, cereal grains and legume seeds and their changes after cooking. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19, 340-347.
- Khattab, R. Y. & Arntfield, S. D. 2009. Nutritional quality of legume seeds as affected by some physical treatments 2. Antinutritional factors. *LWT - Food Science and Technology*, 42, 1113-1118.
- Kouris-Blazos, A. & Belski, R. 2016. Health benefits of legumes and pulses with a focus on Australian sweet lupins. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 25, 1-17.
- Lajolo, F. M. & Genovese, M. I. 2002. Nutritional significance of lectins and enzyme inhibitors from legumes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 6592-6598.
- Lampart-Szczapa, E., Korczak, J., Nogala-Kalucka, M. & Zawirska-Wojtasiak, R. 2003. Antioxidant properties of lupin seed products. *Food Chemistry*, 83, 279-285.

- Lásztity, R., Hidvégi, M. & Bata, Á. 1998. Saponins in food. *Food Reviews International*, 14, 371-390.
- Le Berre-Anton, V., Bompard-Gilles, C., Payan, F. & Rougé, P. 1997. Characterization and functional properties of the α -amylase inhibitor (α -AI) from kidney bean (*Phaseolus vulgaris*) seeds. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Protein Structure and Molecular Enzymology*, 1343, 31-40.
- Liebman, M. & Al-Wahsh, I. A. 2011. Probiotics and other key determinants of dietary oxalate absorption. *Advances in Nutrition*, 2, 254-260.
- Luo, Y.-W. & Xie, W.-H. 2013. Effect of different processing methods on certain antinutritional factors and protein digestibility in green and white faba bean (*Vicia faba* L.). *CyTA-Journal of Food*, 11, 43-49.
- Malaguti, M., Dinelli, G., Leoncini, E., Bregola, V., Bosi, S., Cicero, A. F. G. & Hrelia, S. 2014. Bioactive peptide in cereals and legumes: agronomical, biochemical and clinical aspects. *International Journal of Molecular Sciences*, 15, 21120-21135.
- Marklinder, I. 2014. Baljväxter. In: Nylander, A., Jonsson, L., Marklinder, I. & Nydahl, M. (red.) *Livsmedelsvetenskap*. 2 ed. Lund: Studentlitteratur.
- Martínez-Villaluenga, C., Frias, J. & Vidal-Valverde, C. 2008. Alpha-galactosides: antinutritional factors or functional ingredients? *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48, 301-316.
- Martínez-Villaluenga, C., Frías, J. & Vidal-Valverde, C. 2006. Functional lupin seeds (*Lupinus albus* L. and *Lupinus luteus* L.) after extraction of α -galactosides. *Food Chemistry*, 98, 291-299.
- Massey, L. K., Palmer, R. G. & Horner, H. T. 2001. Oxalate content of soybean seeds (*Glycine max*: Leguminosae), soyfoods, and other edible legumes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 4262-4266.
- Medic, J., Atkinson, C. & Hurburgh Jr, C. R. 2014. Current knowledge in soybean composition. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 91, 363-384.
- Mikić, A., Perić, V., Đorđević, V., Srebić, M. & Mihailović, V. 2009. Anti-nutritional factors in some grain legumes. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 25, 1181-1188.
- Milgate, J. & Roberts, D. C. K. 1995. The nutritional & biological significance of saponins. *Nutrition Research*, 15, 1223-1249.
- Mohammed, M. A., Mohamed, E. A., Yagoub, A. E. A., Mohamed, A. R. & Babiker, E. E. 2017. Effect of processing methods on alkaloids, phytate, phenolics, antioxidants activity and minerals of newly developed lupin (*Lupinus albus* L.) Cultivar. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41, 12960-12960.
- Muzquiz, M., Varela, A., Burbano, C., Cuadrado, C., Guillamon, E. & Pedrosa, M. M. 2012. Bioactive compounds in legumes: pronutritive and antinutritive actions. Implications for nutrition and health. *Phytochemistry Reviews*, 11, 227-244.
- Nasi, A., Picariello, G. & Ferranti, P. 2009. Proteomic approaches to study structure, functions and toxicity of legume seeds lectins. Perspectives for the assessment of food quality and safety. *Journal of Proteomics*, 72, 527-538.
- Nergiz, C. & Gökğöz, E. 2007. Effects of traditional cooking methods on some antinutrients and in vitro protein digestibility of dry bean varieties (*Phaseolus vulgaris* L.) grown in Turkey. *International Journal of Food Science & Technology*, 42, 868-873.
- Nilsson, C. 2010. Linser, sojabönor och trädgårdsbönor - odlingsmöjligheter i Sydsverige. Examensarbete inom trädgårdsingenjörsprogrammet. Alnarp: Sveriges lantbruksuniversitet.
- Oatway, L., Vasanthan, T. & Helm, J. H. 2001. Phytic acid. *Food Reviews International*, 17, 419-431.
- Olsson, Y. 2017. Jordbruksmarkens användning 2016 Slutlig statistik. JO – Jordbruk, skogsbruk och fiske. Statens Jordbruksverk.

- Pedrosa, M. M., Cuadrado, C., Burbano, C., Allaf, K., Haddad, J., Gelencsér, E., Takács, K., Guilamón, E. & Muzquiz, M. 2012. Effect of instant controlled pressure drop on the oligosaccharides, inositol phosphates, trypsin inhibitors and lectins contents of different legumes. *Food Chemistry*, 131, 862-868.
- Pedrosa, M. M., Cuadrado, C., Burbano, C., Muzquiz, M., Cabellos, B., Olmedilla-Alonso, B. & Asensio-Vegas, C. 2015. Effects of industrial canning on the proximate composition, bioactive compounds contents and nutritional profile of two Spanish common dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Food Chemistry*, 166, 68-75.
- Peterbauer, T. & Richter, A. 2001. Biochemistry and physiology of raffinose family oligosaccharides and galactosyl cyclitols in seeds. *Seed Science Research*, 11, 185-197.
- Peumans, W. J. & van Damme, E. 1995. Lectins as plant defense proteins. *Plant Physiology*, 109, 347-352
- Piergiovanni, A. R. & Pignone, D. 2003. Effect of year-to-year variation and genotype on trypsin inhibitor level in common bean (*Phaseolus vulgaris* L) seeds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83, 473-476.
- Pisulewska, E. & Pisulewski, P. M. 2000. Trypsin inhibitor activity of legume seeds (peas, chickling vetch, lentils, and soya beans) as affected by the technique of harvest. *Animal Feed Science and Technology*, 86, 261-265.
- Pusztai, A., Grant, G., Duguid, T. & Brown, D. S. 1995. Inhibition of starch digestion by alpha-amylase inhibitor reduces the efficiency of utilization of dietary proteins and lipids and retards the growth of rats. *The Journal of Nutrition*, 125, 1554-1562
- Quinteros, A., Farre, R. & Lagarda, M. J. 2003. Effect of cooking on oxalate content of pulses using an enzymatic procedure. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 54, 373-377.
- Raboy, V. 2003. myo-Inositol-1,2,3,4,5,6-hexa kispophosphate. *Phytochemistry*, 64, 1033-1043.
- Rahman, M. & Kawamura, O. 2011. Oxalate accumulation in forage plants: some agronomic, climatic and genetic aspects. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 24, 439-448.
- Rani, V. & Grewal, R. B. 2009. Carbohydrate profile, dietary fibre, antinutrients and in vitro digestibility of nine cultivars of soybean (*Glycine max* L.) Merr. *Legume Research-An International Journal*, 32, 31-35.
- Roberfroid, M. & Slavin, J. 2000. Nondigestible oligosaccharides. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 40, 461-480.
- Rochfort, S. & Panozzo, J. 2007. Phytochemicals for health, the role of pulses. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 7981-7994.
- Roy, F., Boye, J. I. & Simpson, B. K. 2010. Bioactive proteins and peptides in pulse crops: Pea, chickpea and lentil. *Food Research International*, 43, 432-442.
- Ruiz, R. G., Price, K. R., Arthur, A. E., Rose, M. E., Rhodes, M. J. & Fenwick, R. G. 1996. Effect of soaking and cooking on the saponin content and composition of chickpeas (*Cicer arietinum*) and lentils (*Lens culinaris*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44, 1526-1530.
- Ruiz, R. G., Price, K. R., Rose, M. E., Arthur, A. E., Petterson, D. S. & Fenwick, R. 1995. The effect of cultivar and environment on saponin content of Australian sweet lupin seed. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 69, 347-351.
- Sanchez-Chino, X., Jimenez-Martinez, C., Davila-Ortiz, G., Alvarez-Gonzalez, I. & Madrigal-Bujaidar, E. 2015. Nutrient and nonnutrient components of legumes, and its chemopreventive activity: a review. *Nutrition and Cancer - an International Journal*, 67, 401-410.
- Schlemmer, U., Fröllich, W., Prieto, R. M. & Grases, F. 2009. Phytate in foods and significance for humans: Food sources, intake, processing, bioavailability, protective role and analysis. *Molecular Nutrition & Food Research*, 53, 330-375.

- Serrano, J., Puupponen-Pimiä, R., Dauer, A., Aura, A. M. & Saura-Calixto, F. 2009. Tannins: current knowledge of food sources, intake, bioavailability and biological effects. *Molecular Nutrition & Food Research*, 53, 310-329.
- Sharma, A. & Sehgal, S. 1992. Effect of processing and cooking on the antinutritional factors of faba bean (*Vicia faba*). *Food Chemistry*, 43, 383-385.
- Shi, J., Arunasalam, K., Yeung, D., Kakuda, Y., Mittal, G. & Jiang, Y. M. 2004. Saponins from edible legumes: Chemistry, processing, and health benefits. *Journal of Medicinal Food*, 7, 67-78.
- Shi, J., Xue, S. J., Ma, Y., Li, D., Kakuda, Y. & Lan, Y. 2009. Kinetic study of saponins B stability in navy beans under different processing conditions. *Journal of Food Engineering*, 93, 59-65.
- Shi, L., Mu, K. W., Arntfield, S. D. & Nickerson, M. T. 2017. Changes in levels of enzyme inhibitors during soaking and cooking for pulses available in Canada. *Journal of Food Science and Technology*, 54, 1014-1022.
- Shimelis, E. A. & Rakshit, S. K. 2007. Effect of processing on antinutrients and in vitro protein digestibility of kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties grown in East Africa. *Food Chemistry*, 103, 161-172.
- Słupski, J., Lisiewska, Z., Gębczyński, P. & Skoczeń-Słupska, R. 2011. Total and soluble oxalate content in legume vegetables used in the preparation of frozen products for consumption. *International Journal of Food Science & Technology*, 46, 1816-1822.
- Smýkal, P., Coyne, C. J., Ambrose, M. J., Maxted, N., Schaefer, H., Blair, M. W., Berger, J., Greene, S. L., Nelson, M. N., Besharat, N., Vymyslický, T., Toker, C., Saxena, R. K., Roorkiwal, M., Pandey, M. K., Hu, J., Li, Y. H., Wang, L. X., Guo, Y., Qiu, L. J., Redden, R. J. & Varshney, R. K. 2015. Legume Crops Phylogeny and Genetic Diversity for Science and Breeding. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 34, 43-104.
- Sotelo, A., Sousa, H. & Sanchez, M. 1995. Comparative study of the chemical composition of wild and cultivated beans (*Phaseolus vulgaris*). *Plant Foods for Human Nutrition (Formerly Qualitas Plantarum)*, 47, 93-100.
- Sparvoli, F., Bollini, R. & Cominelli, E. 2015. Nutritional Value. In: de Ron, A. M. (red.) *Grain Legumes*. New York, NY: Springer New York.
- Sundén, V. 2014. Framgångsfaktorer för ökad svensk odling av baljväxter till livsmedel. Kandidatarbete i trädgårdsvetenskap, Alnarp: Sveriges lantbruksuniversitet.
- Świącicki, W., Kroc, M. & Kamel, K. A. 2015. Lupins. In: de Ron, A. M. (red.) *Grain Legumes*. New York, NY: Springer New York.
- Tahir, M., Vandenberg, A. & Chibbar, R. N. 2011. Influence of environment on seed soluble carbohydrates in selected lentil cultivars. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24, 596-602.
- Tosh, S. M. & Yada, S. 2010. Dietary fibres in pulse seeds and fractions: Characterization, functional attributes, and applications. *Food Research International*, 43, 450-460.
- Wang, N. & Daun, J. K. 2006. Effects of variety and crude protein content on nutrients and anti-nutrients in lentils (*Lens culinaris*). *Food Chemistry*, 95, 493-502.
- Wang, N., Hatcher, D. W. & Gawalko, E. J. 2008. Effect of variety and processing on nutrients and certain anti-nutrients in field peas (*Pisum sativum*). *Food Chemistry*, 111, 132-138.
- Wang, N., Hatcher, D. W., Toews, R. & Gawalko, E. J. 2009. Influence of cooking and dehulling on nutritional composition of several varieties of lentils (*Lens culinaris*). *LWT - Food Science and Technology*, 42, 842-848.
- Wang, N., Hatcher, D. W., Tyler, R. T., Toews, R. & Gawalko, E. J. 2010. Effect of cooking on the composition of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and chickpeas (*Cicer arietinum* L.). *Food Research International*, 43, 589-594.

- White, C. L., Hanbury, C. D., Young, P., Phillips, N., Wiese, S. C., Milton, J. B., Davidson, R. H., Siddique, K. H. M. & Harris, D. 2002. The nutritional value of *Lathyrus cicera* and *Lupinus angustifolius* grain for sheep. *Animal Feed Science and Technology*, 99, 45-64.
- Vidal-Valverde, C., Frias, J., Hernandez, A., Martín-Alvarez, P. J., Sierra, I., Rodríguez, C., Blázquez, I. & Vicente, G. 2003. Assessment of nutritional compounds and antinutritional factors in pea (*Pisum sativum*) seeds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83, 298-306.
- Vollmann, J., Grausgruber, H., Wagentristl, H., Wohleser, H. & Michele, P. 2003. Trypsin inhibitor activity of soybean as affected by genotype and fertilisation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83, 1581-1586.
- Xu, B., Yuan, S. & Chang, S. 2007. Comparative analyses of phenolic composition, antioxidant capacity, and color of cool season legumes and other selected food legumes. *Journal of Food Science*, 72, 167-177
- Yasmin, A., Zeb, A., Khalil, A. W., Paracha, G. M.-U.-D. & Khattak, A. B. 2008. Effect of processing on anti-nutritional factors of red kidney bean (*Phaseolus vulgaris*) grains. *Food and Bioprocess Technology*, 1, 415-419.
- Zdunczyk, Z., Godycka, I. & Amarowicz, R. 1997. Chemical composition and content of antinutritional factors in Polish cultivars of peas. *Plant Foods for Human Nutrition*, 50, 37-45.
- Zhang, J. S., Shi, J., Ilic, S., Xue, S. J. & Kakuda, Y. 2009. Biological Properties and Characterization of Lectin from Red Kidney Bean (*Phaseolus Vulgaris*). *Food Reviews International*, 25, 12-27.

Bilaga 1. Rådata

Halter av antinutritionella faktorer i baljväxter

Bilagetabell 1–9 visar en fullständig sammanställning av de studier som används för att skapa Tabell 1.

Effekter av beredning

Bilagetabell 10–16 visar en fullständig sammanställning av de studier som används för att skapa den förenklade Tabell 2 över effekter av beredning på ANF.

Bilagetabell 1. Trypsininhibitorer (IU)^a/mg torrsbstans i baljväxter^b

Sojaböna	Referens	Lupin	Referens	Bondböna	Referens	Trädgårdsböna	Referens	Ärta	Referens	Lins	Referens
44,9–83,7	Guillamón <i>et al.</i> (2008)	Ej detekt. - 3,39	Martínez-Villaluenga <i>et al.</i> (2006)	5–10	Sparvoli <i>et al.</i> (2015)	3,10 ± 0,24	Alonso <i>et al.</i> (2000)	6–15	Sparvoli <i>et al.</i> (2015)	3–8	Sparvoli <i>et al.</i> (2015)
55,96–62,58	Pisulewska and Pisulewski (2000)	>1	Campos-Vega <i>et al.</i> (2010)	4,47 ± 0,21	Alonso <i>et al.</i> (2000)	3,22–3,55	Nergiz och Gökgöz (2007)	0,8–8,4	Vidal-Valverde <i>et al.</i> (2003)	3,136–3,409	Pisulewska och Pisulewski (2000)
45,89 ± 0,51	Shi <i>et al.</i> (2017)			5,96 ± 0,27	Shi <i>et al.</i> (2017)	28,46–28,54	Pedrosa <i>et al.</i> (2012)	4,04	Zdunczyk <i>et al.</i> (1997)	4,98–6,21	Shi <i>et al.</i> (2017)
8,87–83,70	Muzquiz <i>et al.</i> (2012)			6,7	Campos-Vega <i>et al.</i> (2010)	12,4–39,2	Piergiovanni och Pignone (2003)	2,513–4,479	Pisulewska och Pisulewski (2000)	8,4	Campos-Vega <i>et al.</i> (2010)
						16,44–20,83	Shi <i>et al.</i> (2017)	2,80–6,32	Alonso <i>et al.</i> (1998)		
						4,59–29,27	Shimelis och Rakshit (2007)	3,16–4,65	Shi <i>et al.</i> (2017)		
						13,60	Muzquiz <i>et al.</i> (2012)	5,75–12,55	Muzquiz <i>et al.</i> (2012)		
						3,12278–3,58322	Khatab och Arntfield (2009)	1,13527–1,29722	Khatab och Arntfield (2009)		
						65,73 ± 4,1	Ejigui <i>et al.</i> (2005)	5,4–7,8	Campos-Vega <i>et al.</i> (2010)		
						9,6	Campos-Vega <i>et al.</i> (2010)				

a. IU: inhibitorisk enhet

b. Referenser i fetstil markerar översiktsartiklar

Bilagetabell 2. Kymotrypsininhibitorer (IU^a/mg torrsubstans) i baljväxter^b

Sojaböna	Referens	Lupin	Bondböna	Referens	Trädgårdsböna	Referens	Ärta	Referens	Lins	Referens
30,16 ± 0,17	Shi <i>et al.</i> (2017)		3,56 ± 0,16	Alonso <i>et al.</i> (2000)	3,97 ± 0,16	Alonso <i>et al.</i> (2000)	2,88–4,85	Alonso <i>et al.</i> (1998)	3,51–4,66	Shi <i>et al.</i> (2017)
12,00 ± 0,16	Muzquiz <i>et al.</i> (2012)		1,12 ± 0,09	Shi <i>et al.</i> (2017)	21,00–24,48	Shi <i>et al.</i> (2017)	2,84–3,13	Shi <i>et al.</i> (2017)		
			0,380–0,770	Campos-Vega <i>et al.</i> (2010)	17,30	Muzquiz <i>et al.</i> (2012)	8,62–15,75	Muzquiz <i>et al.</i> (2012)		

a. IU: inhibitorisk enhet

b. Referenser i fetstil markerar översiktsartiklar

Bilagetabell 3. α-Amylasinhibitorer (IU^a/mg torrsubstans) i baljväxter^b

Sojaböna	Referens	Lupin	Referens	Bondböna	Referens	Trädgårdsböna	Referens	Ärta	Referens	Lins	Referens
0,93873 ± 0,01717	Shi <i>et al.</i> (2017)	Ej detekt.	Embaby (2010)	0,0189 ± 0,01084	Alonso <i>et al.</i> (2000)	0,548 ± 0,00425	Alonso <i>et al.</i> (2000)	Ej detekt.- 0,0168	Alonso <i>et al.</i> (1998)	Ej detekt.	(Shi <i>et al.</i> , 2017)
Ej detekt.	Lajolo och Genovese (2002)			Ej detekt.	Luo och Xie (2013)	0,78585–1,36975	Shi <i>et al.</i> (2017)				
						0,448 ± 0,0163	Ejigui <i>et al.</i> (2005)				

a. IU: inhibitorisk enhet

b. Referenser i fetstil markerar översiktsartiklar

Bilagetabell 4. Hemagglutinationsaktivitet (HA^a) och lektininhalt (g/100 g torrsbstans) i baljväxter^b

Enhet	Sojaböna	Referens	Lupin	Bondböna	Referens	Trädgårds- böna	Referens	Ärta	Referens	Lins	Referens
HA	12 500	Sparvoli et al. (2015)		3120–12500	Sparvoli et al. (2015)	12–390	Sparvoli et al. (2015)	3120	Sparvoli et al. (2015)	1560–6250	Sparvoli et al. (2015)
HA						12 500	Sparvoli et al. (2015)				
g/100 g torr- substans	0,3	Zhang et al. (2009)		0,03	Zhang et al. (2009)	0,19-0,999	Burbano et al. (1999)	0,140	Zhang et al. (2009)	0,48 ± 0,01	Muzquiz et al. (2012)
g/100 g torr- substans	0,48 ± 0,01	Muzquiz et al. (2012)				0,4-1,2	Zhang et al. (2009)			0,06	Zhang et al. (2009)
g/100 g torr- substans						0,600-1,650	Pedrosa et al. (2012)				
g/100 g torr- substans						0,067–2,525	Muzquiz et al. (2012)				

a. Mätt på humanblod av blodgrupp AB, se Sparvoli et al. (2015)

b. Referenser i fetstil markerar översiktsartiklar

Bilagetabell 5. Saponiner (g/100 g torrsubstans) i baljväxter^a

Sojaböna	Referens	Lupin	Referens	Bondböna	Referens	Trädgårdsböna	Referens	Ärta	Referens	Lins	Referens
5,6	Shi et al. (2004)	Ej detekt.	Ayet et al. (1996)	1,331–1,370	Shi et al. (2004)	0,044–0,205	Burbano et al. (1999)	2,5	Shi et al. (2004)	0,0703–0,1139	Ruiz et al. (1996)
0,56–5,6	Campos-Vega et al. (2010)	0,0379–0,0740	Lásztity et al. (1998)	0,01–0,37	Campos-Vega et al. (2010)	0,762 ± 0,017	Shi et al. (2009)	0,07–0,19	Heng et al. (2006)		
		0,0411–0,0691	Ruiz et al. (1995)			0,94–1,32	Shimelis och Rakshit (2007)	0,082–0,25	Daveby et al. (1997)		

a. Referenser i fetstil markerar översiktsartiklar

Bilagetabell 6. α -Galaktosider (g/100 g torrsbstans) i baljväxter^a

Sojaböna	Referens	Lupin	Referens	Bondböna	Referens	Trädgårds- böna	Referens	Ärta	Referens	Lins	Referens
6,0–8,0	Martínez-Villaluenga et al. (2008)	7,74–7,81	Muzquiz et al. (2012)	4,237–4,549	Goyoaga et al. (2011)	3,14–3,33	Muzquiz et al. (2012)	6,11–7,48	Muzquiz et al. (2012)	6,02	Muzquiz et al. (2012)
2–6	Guillon och Champ (2002)	0,9–2,2	Carvajal-Lareñas et al. (2016)	1,0–4,5	Martínez-Villaluenga et al. (2008)	0,4–8,0	Martínez-Villaluenga et al. (2008)	2,3–9,6	Martínez-Villaluenga et al. (2008)	1,8–7,5	Martínez-Villaluenga et al. (2008)
2–6	Sanchez-Chino et al. (2015)	8,06–13,06	Chilomer et al. (2010)	3,1–4,2	Guillon och Champ (2002)	2,6–6,6	Sanchez-Chino et al. (2015)	5,1–8,7	Sanchez-Chino et al. (2015)	2,78	Wang och Daun (2006)
1,3–8,3	Medic et al. (2014)	5,1–16,1	Martínez-Villaluenga et al. (2008)			1,86–3,47	Burbano et al. (1999)	2,26–6,34	Vidal-Valverde et al. (2003)	4,75 ± 0,187	Pedrosa et al. (2015)
3,35–5	Muzquiz et al. (2012)	7,4–9,5	Guillon och Champ (2002)			2,6–6,6	Guillon och Champ (2002)	5,01–6,09	Wang et al. (2008)	3,59–4,46	Wang et al. (2009)
5,00 ± 0,104	Pedrosa et al. (2012)	7,56–12,29	Martínez-Villaluenga et al. (2006)			4,03–4,037	Pedrosa et al. (2015)	5,63–5,73	Khatab och Arntfield (2009)		
		7,93 ± 0,14	Pedrosa et al. (2012)			5,980–7,920	Díaz-Batalla et al. (2006)				
						3,465–4,049	Wang et al. (2010)				
						1,58–2,12	Shimelis och Rakshit (2007)				
						6,00–6,19	Khatab och Arntfield (2009)				

a. Referenser i fetstil markerar översiktsartiklar

Bilagetabell 7. Fytat (g/100 g torrsbstans) i baljväxter^a

Sojaböna	Referens	Lupin	Referens	Bondböna	Referens	Trädgårdsböna	Referens	Ärta	Referens	Lins	Referens
1–2,3	Medic et al. (2014)	1,65	Embaby (2010)	0,51–1,77	Schlemmer et al. (2009)	0,34–2,87	Sparvoli et al. (2015)	0,31–0,71	Sparvoli et al. (2015)	0,27–1,51	Schlemmer et al. (2009)
0,48–2,02	Sparvoli et al. (2015)	0,351 ± 0,00223	Mohammed et al. (2017)	0,59–1,5	Sparvoli et al. (2015)	1,59 ± 0,03	Alonso et al. (2000)	0,28–0,71	Vidal-Valverde et al. (2003)	0,25–1,22	Sparvoli et al. (2015)
1,0–2,22	Schlemmer et al. (2009)	0,56	White et al. (2002)	2,17 ± 0,02	Alonso et al. (2000)	1,468–1,549	Nergiz och Gökgez (2007)	0,892	Zdunczyk et al. (1997)	0,30–1,20	Wang och Daun (2006)
1,379 ± 0,02158	Rani och Grewal (2009)	0,6–0,89	Sparvoli et al. (2015)	0,978–0,980	Sharma och Sehgal (1992)	0,78–1,45	Díaz-Batalla et al. (2006)	1,19–1,33	Alonso et al. (1998)	0,62–0,88	Wang et al. (2009)
0,48–2,01	Muzquiz et al. (2012)	0,25–0,84	Martínez-Villaluenga et al. (2008)	0,649–0,856	Goyoaga et al. (2011)	0,426–0,833	Doria et al. (2012)	0,64–0,83	Wang et al. (2008)	0,19 ± 0,01	Ghavidel och Prakash (2007)
1,27 ± 0,08	Egounlety och Aworh (2003)	0,777–0,887	Muzquiz et al. (2012)	0,836–0,857	Luo och Xie (2013)	0,409–0,765	Ariza-Nieto et al. (2007)	0,446–0,643	Muzquiz et al. (2012)	0,15–2,34	Campos-Vega et al. (2010)
				0,5–1,1	Campos-Vega et al. (2010)	1,718–2,019	Pedrosa et al. (2012)	0,2–1,3	Campos-Vega et al. (2010)		
						0,61 ± 0,0115	Yasmin et al. (2008)				
						0,99–1,38	Wang et al. (2010)				
						1,734–2,406	Shimelis och Rakshit (2007)				
						0,400–0,495	Muzquiz et al. (2012)				
						1,648 ± 0,04	Ejigui et al. (2005)				
						0,2–1,9	Campos-Vega et al. (2010)				

a. Referenser i fetstil markerar översiktsartiklar

Bilagetabell 8. Kondenserade tanniner (mg CE^a/100 g torrsbstans) och totala tanniner (g/100 g torrsbstans) i baljväxter^b

Substans	Sojaböna	Referens	Lupin	Referens	Bondböna	Referens	Trädgårdsböna	Referens	Ärta	Referens	Lins	Referens
Kondenserade tanniner	37–196	Xu <i>et al.</i> (2007)	13–77	Lampart-Szczapa <i>et al.</i> (2003)	195 ± 5	Alonso <i>et al.</i> (2000)	359 ± 5	Alonso <i>et al.</i> (2000)	13,5–23,8	Alonso <i>et al.</i> (1998)		
							537–2879	Shimelis och Rakshit (2007)	22–61	Xu <i>et al.</i> (2007)	373–1020	Xu <i>et al.</i> (2007)
							0,24	Ejigui <i>et al.</i> (2005)				
							47–573	Xu <i>et al.</i> (2007)				
Totala tanniner					0,562–0,645	Luo och Xie (2013)	0,003–1,99	Wang <i>et al.</i> (2010)			0,40–0,61	Wang <i>et al.</i> (2009)
							0,064–0,072	Nergiz och Gökgöz (2007)				

a. CE: catechin-ekvivalenter

b. Referenser i fetstil markerar översiktsartiklar

Bilagetabell 9. Oxalat (g/100 g färskvikt respektive g/100 g torrs substans) i baljväxter^a

Substans	Sojaböna	Referens	Lupin	Bondböna	Referens	Trädgårdsböna	Referens	Ärta	Referens	Lins	Referens
g/100 g färskvikt	0,497 ± 0,022	Akhtar <i>et al.</i> (2011)				0,113–0,158	Akhtar <i>et al.</i> (2011)	0,667	Gad <i>et al.</i> (1982)	0,480–0,538	Gad <i>et al.</i> (1982)
g/100 g torrs substans				0,849–0,969	Gad <i>et al.</i> (1982)			0,1–0,3		0,4–0,5	Campos-Vega <i>et al.</i> (2010)
				0,4	Campos-Vega <i>et al.</i> (2010)						

a. Referenser i fetstil markerar översiktsartiklar

Bilagetabell 10. Effekt av blötläggning på antinutritionella faktorer i baljväxter

Referens	Tid (h)	Blötläggningsvatten	Kvot ^a	Temp. (°C)	Baljväxt	TIA ^b	KTIA ^b	α AI ^b	Lektiner (HA) ^b	Saponiner	α -Galaktosider	Fytat	Tanniner
Shi <i>et al.</i> (2017)	4	Destillerat	1:5	RT ^b	Sojaböna	↓ 19 %		↓ 4 %					
Egounlety och Aworh (2003)	12–14	Kranvatten	1:3	i.u. ^b	Sojaböna	↑ 0 %					↓ 22 %	↑ 35 %	↓ 55 %
Embaby (2010)	24	Destillerat	1:10	i.u.	Lupin	↑ 0 %			↑ 0 %			↑ 4 %	↑ 6 %
Alonso <i>et al.</i> (2000)	12	Dubbelavjoniserat	1:5	30	Bondböna	↑ 0 %	↑ 0 %	↓ 15 %	↑ 0 %			↓ 33 %	↓ 48 %
Shi <i>et al.</i> (2017)	4	Destillerat	1:5	RT	Bondböna	↓ 13–23 %							
Sharma och Sehgal (1992)	12	Kranvatten	1:10	37	Bondböna					↓ 20–23 %			
Luo och Xie (2013)	48	Destillerat	1:10	i.u.	Bondböna	↑ 0–29 %			↑ 0 %			↑ 7 %	↑ 8–11 %
Alonso <i>et al.</i> (2000)	12	Dubbelavjoniserat	1:5	30	Trädgårdsböna	↑ 0 %	↓ 15 %	↓ 11 %	↑ 0 %			↓ 6 %	↓ 24 %
Shi <i>et al.</i> (2017)	4	Destillerat	1:5	RT	Trädgårdsböna	↓ 5–9 %		↓ 4–10 %					
Shimelis och Rakshit (2007)	12	Kranvatten	1:3	RT	Trädgårdsböna (kidney)					↓ 41 %	↓ 40 %		
Shimelis och Rakshit (2007)	12	0,05 % natriumbikarbonat	1:3	RT	Trädgårdsböna (kidney)					↓ 46 %	↓ 43 %		
Khattab och Arntfield (2009)	18–20	Kranvatten	1:5	RT	Trädgårdsböna (kidney)	↓ 13–19 %					↓ 36–37 %	↓ 48–49 %	↓ 59–86 %
Shi <i>et al.</i> (2009)	12	Destillerat	1:7	RT	Trädgårdsböna (navy)					↓ 10 %			
Yasmin <i>et al.</i> (2008)	9	Destillerat	1:5	RT	Trädgårdsböna (kidney)							↑ 0 %	↑ 0 %
Yasmin <i>et al.</i> (2008)	9	0,1 % citronsyra	1:5	RT	Trädgårdsböna (kidney)							↑ 0 %	↓ 63 %

Bilagetabell 10. Fortsättning

Referens	Tid (h)	Blötlägningsvatten	Kvot ^a	Temp. (°C)	Baljväxt	TIA ^b	KTIA ^b	α AI ^b	Lektiner (HA) ^b	Saponiner	α -Galaktosider	Fytat	Tanniner
Yasmin <i>et al.</i> (2008)	9	0,07 % natriumbikarbonat	1:5	RT	Trädgårdsböna (kidney)							↑ 0 %	↓ 68 %
Shimelis och Rakshit (2007)	12	Kranvatten	1:3	RT	Trädgårdsböna (kidney)	↓ 6–15 %			↑ 0 %	↓ 11 %	↓ 40–45 %	↓ 17–19 %	↓ 23–25 %
Shimelis och Rakshit (2007)	12	0,05 % natriumbikarbonat	1:3	RT	Trädgårdsböna (kidney)	↓ 9–18 %			↑ 0 %	↓ 14–23 %	↓ 43–48 %	↓ 14–5 %	↓ 25–27 %
Shi <i>et al.</i> (2017)	4	Destillerat	1:5	RT	Ärta	↓ 17–31 %							
Alonso <i>et al.</i> (1998)	12	Dubbelavjoniserat	1:5	30	Ärta	↓ 0–12 %	↓ 13–18 %	↓ 27 %	↑ 0 %			↓ 5–11 %	↓ 4–27 %
Khatab och Arntfield (2009)	18–20	Kranvatten	1:5	RT	Ärta	↓ 17–20 %					↓ 36 %	↓ 44–45 %	↓ 87 %
Wang <i>et al.</i> (2008)	24	Destillerat	1:4	RT	Ärta	↑ 3–19 %		↓ 4–10 %			↓ 5 - ↑ 2 %	↑ 0 %	
Shi <i>et al.</i> (2017)	4	Destillerat	1:5	RT	Lins	↓ 6–19 %							
Ruiz <i>et al.</i> (1996)	24	Destillerat, 0,1 % citronsyra, 0,07 % natriumbikarbonat	1:3	25	Lins					↑ 0 %			
Ruiz <i>et al.</i> (1996)	24	0,1 % citronsyra, 0,07 % natriumbikarbonat	1:3	25	Lins					↑ 0 %			
Ruiz <i>et al.</i> (1996)	24	0,07 % natriumbikarbonat	1:3	25	Lins					↑ 0 %			

a. Kvot indikerar vikt:volym-förhållande mellan frön och blötlägningsvatten

b. TIA: trypsininhibitorisk aktivitet, KTIA: kymotrypsininhibitorisk aktivitet, α AI: α -amylasinhibitorer, HA: hemagglutinationsaktivitet, RT: rumstemperatur, i.u.: ingen uppgift

Bilagetabell 11. Effekt av hydrotermisk beredning på antinutritionella faktorer i baljväxter

Referens	Förbehand- ling	Kokningsvatten och -metod	Temp. (°C)	Tid (min)	Baljväxt	TIA ^a	KTIA ^a	αAI ^a	Lektiner (HA ^a)	Saponiner	α- Galaktosi- der	Fytat	Tanniner	Oxalat (total)
Shi <i>et al.</i> (2017)	Blötläggning destillerat vatten	Kokning i destillerat vatten, i vat- tenbad	95	60	Sojaböna	↓ 93 %	↓ 100 %	↓ 100 %						
Akhtar <i>et al.</i> (2011)	Blötläggning över natt	Kokning i destillerat vatten	100	120	Sojaböna									↓ 55 %
Embaby (2010)		Kokning i destillerat vatten	100	40	<i>Lupinus albus</i>	↓ 67 %			↓ 94 %			↑ 6 %	↓ 17 %	
Shi <i>et al.</i> (2017)	Blötläggning destillerat vatten	Kokning i destillerat vatten, i vat- tenbad	95	60	Bondböna	↓ 100 %	↓ 100 %							
Luo och Xie (2013)		Kokning i destillerat vatten	100	30	Bondböna	↓ 68 %			↓ 75– 93 %			↑ 6–9 %	↓ 0–15 %	
Slupski <i>et al.</i> (2011)		Blanchering i vatten	95–98	3	Bondböna									↓ 36 %
Slupski <i>et al.</i> (2011)		Kokning i 2 % NaCl	100	12	Bondböna									↓ 42 %
Shi <i>et al.</i> (2017)	Blötläggning i destillerat vatten	Kokning i destillerat vatten, i vat- tenbad	95	60	Trädgårds- böna	↓ 93–94 %	↓ 100 %	↓ 80– 93 %						
Akhtar <i>et al.</i> (2011)	Blötläggning	Kokning i destillerat vatten	100	120	Trädgårds- böna (vit, kidney)									↓ 36– 70 %

Referens	Förbehand- ling	Kokningsvatten och -metod	Temp. (°C)	Tid (min)	Baljväxt	TIA ^a	KTIA ^a	αAI ^a	Lektiner (HA ^a)	Saponiner	α- Galaktosi- der	Fytat	Tanniner	Oxalat (total)
Wang <i>et al.</i> (2010)	Blötläggning i destillerat vatten	Kokning i destillerat vatten	100	i.u. ^a	Trädgårds- böna	↓ 83–91 %					↓ 18–47 %	↑ 0 %	↓ 75–80 %	
Shi <i>et al.</i> (2009)		Kokning i destillerat vatten	100	15	Trädgårds- böna					↑ 0 %				
Shi <i>et al.</i> (2009)		Kokning i destillerat vatten	100	35	Trädgårds- böna					↓ 26 %				
Khattab och Arntfield (2009)	Blötläggning i kranvatten	Kokning i kranvatten	100	45	Trädgårds- böna (kidney)	↓ 100 %					↓ 62–65 %	↓ 58 %	↓ 68–99 %	
Yasmin <i>et al.</i> (2008)	Blötläggning i destillerat vatten	Kokning i kranvatten	100	i.u.	Trädgårds- böna (kidney)							↑ 0 %	↓ 82 %	
Shimelis och Rakshit (2007)		Kokning	97	35	Trädgårds- böna (kidney)	↓ 23–35 %			↓ 88– 92 %	↓ 52–68 %	↓ 49–53 %	↓ 25–28 %	↓ 27–35 %	
Nergiz och Gökgöz (2007)	Blötläggning i destillerat vatten	Kokning i kranvatten	100	40	Trädgårds- böna	↓ 89–90 %						↓ 57–58 %	↓ 82–83 %	
Shi <i>et al.</i> (2017)	Blötläggning destillerat vatten	Kokning i destillerat vatten, i vat- tenbad	95	60	Ärta	↓ 79–81 %	↓ 100 %							
Slupski <i>et al.</i> (2011)		Blanchering	95–98	3	Ärta									↓ 30 %

Referens	Förbehand- ling	Kokningsvatten och -metod	Temp. (°C)	Tid (min)	Baljväxt	TIA ^a	KTIA ^a	αAI ^a	Lektiner (HA ^a)	Saponiner	α- Galaktosi- der	Fytat	Tanniner	Oxalat (total)
Slupski <i>et al.</i> (2011)		Kokning i 2 % NaCl	100	8	Ärta									↓ 43 %
Khattab och Arntfield (2009)	Blötläggning i kranvatten	Kokning i kranvatten	100	35	Ärta	↓ 100 %					↓ 64–65 %	↓ 55%	↓ 89–95 %	
Wang <i>et al.</i> (2008)	Blötläggning i destillerat vatten	Kokning i kranvatten	100	i.u.,	Ärta	↓ 62–78 %					↓ 26–52 %	↓ 5–11 %		
Shi <i>et al.</i> (2017)	Blötläggning destillerat vatten	Kokning i destillerat vatten, i vat- tenbad	95	60	Lins	↓ 100 %	↓ 100 %							
Wang <i>et al.</i> (2009)	Blötläggning i destillerat vatten	Kokning i destillerat vatten	100	i.u.	Lins	↓ 67–83 %					↓ 15–37 %	↓ 6–16 %	↓ 9–55 %	
Embaby (2010)		Autoklivering i destillerat vatten	121	20	<i>Lupinus albus</i>	↓ 87 %			↓ 94 %			↑ 5 %	↓ 16 %	
Luo och Xie (2013)		Autoklivering i destillerat vatten	121	20	Bondböna	↓ 84 %		ND	↓ 93– 100 %			↑ 4–11 %	↓ 0–16 %	
Shi <i>et al.</i> (2009)		Autoklivering i destillerat vatten	121	15	Trädgårds- böna					↓ 73 %				
Shi <i>et al.</i> (2009)		Autoklivering i destillerat vatten	121	35	Trädgårds- böna					↓ 100 %				

Referens	Förbehand- ling	Kokningsvatten och -metod	Temp. (°C)	Tid (min)	Baljväxt	TIA ^a	KTIA ^a	αAI ^a	Lektiner (HA ^a)	Saponiner	α- Galaktosi- der	Fytat	Tanniner	Oxalat (total)
Khatab och Arntfield (2009)		Autoklivering i destillerat vatten	121	20	Trädgårds- böna (kidney)	↓ 100 %					↓ 76–77 %	↓ 68–69 %	↓ 71–95 %	
Shimelis och Rakshit (2007)		Autoklivering i kranvatten	121	30	Trädgårds- böna (kidney)	↓ 100 %			↓ 100 %	↓ 100 %	↓ 65–71 %	↓ 60–65 %	↓ 50–72 %	
Nergiz och Gökgöz (2007)		Tryckkokning i destillerat vatten	i.u.	40	Trädgårds- böna	↓ 87–89 %						↓ 51 %	↓ 73–74 %	
Khatab och Arntfield (2009)		Autoklivering i destillerat vatten	121	20	Ärta	↓ 100 %					↓ 77 %	↓ 67–70 %	↓ 90–92 %	
Embaby (2010)		Mikrovågskok- ning i vatten		6	<i>Lupinus albus</i>	↓ 42 %		ND	↓ 88 %			↑ 5 %	↓ 18 %	
Luo och Xie (2013)		Mikrovågskok- ning i vatten		6	Bondböna	↓ 42 %		ND	↓ 75– 88 %			↑ 5–8 %	↓ 0–18 %	
Khatab och Arntfield (2009)		Mikrovågskok- ning i kranvat- ten		20	Trädgårds- böna (kidney)	↓ 100 %					↓ 60–61 %	↓ 54–63 %	↓ 49–92 %	
Khatab och Arntfield (2009)		Mikrovågskok- ning i kranvat- ten		15	Ärta	↓ 100 %					↓ 60–61 %	↓ 60–64 %	↓ 84–95 %	

a. TIA: trypsininhibitorisk aktivitet, KTIA: kymotrypsininhibitorisk aktivitet, αAI: α-amylasinhibitorer, HA: hemagglutinationsaktivitet, RT: rumstemperatur, i.u.: ingen uppgift

Bilagetabell 12. Effekt av skalning på antinutritionella faktorer i baljväxter

Referens	Förbehandling	Skalningsmetod	Baljväxt	TIA ^a	KTIA ^a	α AI ^a	Lektiner (HA ^a)	α -Galaktosider	Fytat	Tanniner
Embaby (2010)		Manuell	<i>Lupinus albus</i>	↑ 17 %			↓ 0 %		↑ 14 %	↑ 12 %
Luo och Xie (2013)		Manuell	Bondböna	↑ 18–28			↓ 0 %		↑ 11–12 %	↓ 59–67 %
Alonso <i>et al.</i> (2000)		Manuell	Bondböna	↓ 0 %	↓ 0 %	↓ 0 %	↓ 0 %		↑ 10 %	↓ 92 %
Ejigui <i>et al.</i> (2005)	Blötläggning	Manuell	Trädgårdsböna (kidney)	↑ 17 %		↑ 32 %			↑ 13 %	↓ 100 %
Alonso <i>et al.</i> (2000)		Manuell	Trädgårdsböna (kidney)	↓ 0 %	↑ 15 %	↓ 0 %	↓ 0 %		↓ 0 %	↓ 93 %
Wang <i>et al.</i> (2008)		Mekanisk	Ärta	↓ 5–13 %				↑ 6–15 %	↑ 5–8 %	
Alonso <i>et al.</i> (1998)		Mekanisk	Ärta	↓ 0 %	↓ 0 %	↑ 21 %	↓ 0 %		↑ 7–14 %	↓ 11–29 %
Wang <i>et al.</i> (2009)	Blötläggning	Mekanisk	Lins	↓ 4–23 %				↑ 2–19 %	↑ 6–20 %	↓ 95–98 %

a. TIA: trypsininhibitorisk aktivitet, KTIA: kymotrypsininhibitorisk aktivitet, α AI: α -amylasinhibitorer, HA: hemagglutinationsaktivitet

Bilagetabell 13. Effekt av groddning på antinutritionella faktorer i baljväxter

Referens	Förbehandling	Groddningsförhållanden	Temp. (°C)	Tid (dagar)	Baljväxt	TIA ^a	KTIA ^a	αAI ^a	Lektiner (HA ^a)	Saponiner	α-Galakto-sider	Fytat	Tanniner
Mohammed <i>et al.</i> (2017)	Blötläggning 0,07 % NaClO 30 min, sköljning, blötläggning 5 h	Fuktigt filterpapper, mörkt	20	9	<i>Lupinus albus</i>							↓ 16 %	
Chilomer <i>et al.</i> (2010)	Blötläggning 0,25 % NaClO 30 min, sköljning, blötläggning 6 h	Groddning i mörker	15	4	<i>Lupinus angustifolius</i>						↓ 87 %		
Chilomer <i>et al.</i> (2010)	Blötläggning 0,25 % NaClO 30 min, sköljning, blötläggning 6 h	Groddning i mörker	24	4	<i>Lupinus angustifolius</i>						↓ 91 %		
Chilomer <i>et al.</i> (2010)	Blötläggning 0,25 % NaClO 30 min, sköljning, blötläggning 6 h	Groddning i mörker	15	4	<i>Lupinus luteus</i>						↓ 87 %		
Chilomer <i>et al.</i> (2010)	Blötläggning 0,25 % NaClO 30 min, sköljning, blötläggning 6 h.	Groddning i mörker	24	4	<i>Lupinus luteus</i>						↓ 83 %		
Alonso <i>et al.</i> (2000)	Förbehandling med 10 % HgCl ₂ , sköljning med vatten	Groddning i mörker, fuktning med natriumazidvatten	25	3	Bondböna	↓ 25 %	↓ 12 %	↓ 37 %	↑ 0 %			↓ 61 %	↓ 60
Yasmin <i>et al.</i> (2008)	Blötläggning 6 h	Groddning i mörker, fuktning och skakning var 24:e h.	22	4	Trädgårdsböna (kidney)							↓ 43 %	↓ 69 %

Bilagetabell 13. Fortsättning

Referens	Förbehandling	Groddningsförhållanden	Temp. (°C)	Tid (dagar)	Baljväxt	TIA ^a	KTIA ^a	α AI ^a	Lektiner (HA ^a)	Saponiner	α -Galaktosider	Fytat	Tanniner
Shimelis och Rakshit (2007)	Blötläggning 12 h	Groddning i mörker, fuktning med natriumazidvatten	25	4	Trädgårdsböna (kidney)	↓ 15–17			↓ 7–18 %	↓ 50–59 %	↓ 100 %	↓ 79–96 %	↓ 75–76 %
Alonso <i>et al.</i> (2000)	Förbehandling med 10 % HgCl ₂ , sköljning med vatten	Groddning i mörker, fuktning med natriumazidvatten	25	3	Trädgårdsböna (kidney)	↓ 29 %	↓ 23 %	↓ 34 %	↑ 0 %			↓ 30 %	↓ 72 %
Alonso <i>et al.</i> (1998)	Förbehandling med 10 % HgCl ₂ , sköljning med vatten	Groddning i mörker, fuktning med natriumazidvatten	25	3	Ärta	↓ 27–75 %	↓ 32–53 %	↓ 48 %	↑ 0 %			↓ 20–45 %	↓ 13–36 %
Ghavidel och Prakash (2007)	Blötläggning 12 h	Groddning under fuktig duk	i.u. ^a	1	Lins							↓ 21 %	↓ 19 %

a. TIA: trypsininhibitorisk aktivitet, KTIA: kymotrypsininhibitorisk aktivitet, α AI: α -amylasinhibitorer, HA: hemagglutinationsaktivitet, i.u.: ingen uppgift

Bilagetabell 14. Effekt av fermentering på antinutritionella faktorer i baljväxter

Referens	Förbehandling	Fermenteringsförhållanden	Temp. (°C)	Tid (dagar)	Baljväxt	TIA ^a	α -Galaktosider	Fytat	Tanniner
Mohammed <i>et al.</i> (2017)	Tvättning i destillerat vatten	Sterilt destillerat vatten, mörker, naturlig fermentering, skakning	37	2	<i>Lupinus albus</i>			↓ 16 %	
Khatab och Arntfield (2009)	Malning av frön	Fermentering med destillerat vatten och <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (3:100 w/w jäst:frön)	RT ^a	1	Trädgårdsböna (kidney)	↓ 38–43 %	↓ 71–72 %	↓ 67–69 %	↓ 50–84 %
Khatab och Arntfield (2009)	Malning av frön	Fermentering med destillerat vatten och <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (3:100 w/w jäst:frön)	RT	1	Ärta	↓ 41–42 %	↓ 72 %	↓ 67 %	↓ 93–96 %

a. TIA: trypsininhibitorisk aktivitet, RT: rumstemperatur

Bilagetabell 15. *Effekt av extrudering på antinutritionella faktorer I baljväxter*

Referens	RPM ^a	Vattenhalt (%)	Hastighet (g/min)	Temperatur	Baljväxt	TIA ^a	KTIA ^a	αAI ^a	Lektiner (HA ^a)	Fytat	Tanniner
Alonso <i>et al.</i> (2000)	100	25	383	152	Bondböna	↓ 99 %	↓ 53 %	↓ 100 %	↓ 100 %	↓ 27 %	↓ 54 %
Alonso <i>et al.</i> (2000)	100	25	385	156	Trädgårdsböna (kidney)	↓ 86 %	↓ 100 %	↓ 100 %	↓ 100 %	↓ 21 %	↓ 84 %
Alonso <i>et al.</i> (1998)	100	25	350	148	Ärta	↓ 94–95 %	↓ 64–65 %	↓ 100 %	↓ 98–100 %	↓ 8–14 %	↓ 82–90 %

a. RPM: rotationer per minut, TIA: trypsininhibitorisk aktivitet, KTIA: kymotrypsininhibitorisk aktivitet, αAI: α-amylasinhibitorer, HA: hemagglutinationsaktivitet

Bilagetabell 16. *Effekt av rostning på antinutritionella faktorer I baljväxter*

Referens	Temp (°C)	Tid (min)	Baljväxt	TIA ^a	α-Galaktosider	Fytat	Tanniner
Khattab och Arntfield (2009)	180	20	Trädgårdsböna (kidney)	↓ 100 %	↓ 24 %	↓ 36–40 %	↓ 9–79 %
Khattab och Arntfield (2009)	180	15	Ärta	↓ 100 %	↓ 24 %	↓ 37–38%	↓ 85–86 %

a.

TIA:

trypsininhibitorisk

aktivitet

