Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Swedish University of Agricultural Sciences
Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science

Vitamin B som tillskott för ökad mjölkproduktion hos mjölkkor

Elin Stenberg

Examensarbete / SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, **532**

Uppsala 2015

Degree project / Swedish University of Agricultural Sciences,
Department of Animal Nutrition and Management, **532**

Examensarbete, 15 hp
Kandidatarbete
Husdjursvetenskap
Degree project, 15 hp
Bachelor Thesis
Animal Science

Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Swedish University of Agricultural Sciences
Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science
Department of Animal Nutrition and Management

Vitamin B som tillskott för ökad mjölkproduktion hos mjölkkor

Vitamin B as supplement to increase milk production in dairy cows

Elin Stenberg

Handledare: Sigrid Agenäs, SLU, Inst. för husdjurens utfodring och vård
Supervisor:
Ämnesansvarig: Cecilia Kronqvist, SLU, Inst. för husdjurens utfodring och vård
Subject responsibility:
Examinator: Kerstin Svennersten-Sjaunja, SLU, Inst. för husdjurens utfodring och vård
Examiner:
Omfattning: 15 hp
Extent:
Kurstitel: Kandidatarbete i husdjursvetenskap
Course title:
Kurskod: EX0553
Course code:
Program: Agronomprogrammet - Husdjur
Programme:
Nivå: Grund G2E
Level:
Utgivningsort: Uppsala
Place of publication:
Utgivningsår: 2015
Year of publication:
Serienamn, delnr: Examensarbete / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, 532
Series name, part No:
On-line publicering:
On-line published: http://epsilon.slu.se
Nyckelord: Mjölkkor, mjölkmängd, biotin, folsyra, vitamin B_{12}
Key words:

Abstract

This literature review describes studies performed to evaluate whether the addition of biotin, folic acid and vitamin B_{12} could increase the milk yield of dairy cows. The aim was to find out whether the B vitamins biotin, folic acid and vitamin B_{12} can have an effect on milk production and if these vitamins thereby should be included in feeding recommendations for high producing dairy cows. The studies included compared the addition of various B vitamin mixtures or individual vitamins. The experiments were performed on dairy cows in different stages of lactation and lactation number, where the studied parameters were the total milk yield and the dry matter content of the milk. Most of the included studies indicate that supplemental biotin, folic acid or vitamin B_{12} increased milk yield in early lactation of high producing multiparous cows. The milk components that demonstrated higher yield where in most cases milk fat and milk protein. The requirement for additional studies are necessary to ensure which of the B vitamins that gives particular increases, to finally be able to secure which components of the vitamin B complex that should be included in feeding recommendations for high producing dairy cows. The conclusion based on this literature review is that there are a convincing support for the claim that biotin, folic acid and vitamin B_{12} provides an increase in milk yield of high producing dairy cows. There are therefore potentials for new feeding recommendations of these B vitamins in the future.

Sammanfattning

Denna litteratursammanställning redogör för studier som utvärderade huruvida tillskott av biotin, folsyra och vitamin B_{12} kunde höja mjölkavkastningen hos mjölkkor. Syftet var att ta reda på huruvida B-vitaminerna biotin, folsyra och vitamin B_{12} kan ge effekt på mjölkproduktion och om vitaminerna därmed bör ingå i utfodringsrekommendationer till högproducerande mjölkkor. De inkluderade studierna jämförde tillskott av olika B-vitaminblandningar och enskilda vitaminer. Försöken utfördes på mjölkkor i olika laktationsstadier och laktationsnummer, där de studerade parametrarna var den totala mjölkavkastningen och torrsubstanshalten i mjölken. De flesta studier som inkluderats indikerar på att tillskott av biotin, folsyra eller vitamin B_{12} höjde mjölkavkastningen i tidig laktation hos högproducerande kor i andra laktation och högre. De mjölkkomponenter som påvisades i högre mängd var i de flesta fall mjölkfett och mjölkprotein. Behovet av ytterligare studier är nödvändigt för att säkerställa vilka B-vitaminer som resulterar i vilka höjningar, för att till sist säkerställa vilka komponenter ur B-vitaminkomplexet som bör konkluderas i utfodrings-rekommendationer för högproducerande mjölkkor. Slutsatsen utifrån litteraturgenomgången är att det idag finns övertygande stöd för att påstå att biotin, folsyra och vitamin B_{12} ger avkastningsökning hos högmjölkande kor. Det finns därmed potential för nya utfodringsrekommendationer för dessa B-vitaminer i framtiden.

Introduktion

B-vitaminkomplexet består av åtta vattenlösliga komponenter, som av tradition har benämnts B-vitaminer och kategoriserats i samma grupp eftersom de isolerades ifrån samma typ av källor, nämligen jäst och lever (NRC, 2001). Dessa vitaminer har olika funktioner i kroppen men gemensamt är att de kan syntetiseras av mikrober i vommen. Forskning publicerad omkring 1950, visade på att mikrobsyntesen räckte för att täcka mjölkkors behov av B-vitamin (Girard, 1998). Idag tyder nya forskningsstudier däremot på att det finns direkta kopplingar mellan tillskott av B-vitaminerna biotin, folsyra och vitamin B_{12} och högre mjölkproduktion, vilket tyder på att vitaminbehovet inte längre täcks av mikrobernas syntes. Eftersom mikroberna i vommen är viktiga för syntes av B-vitaminer krävs en god och stabil vommflora som inte utsätts för störningar, vilket skulle kunna påverka den normala vitaminsyntesen. Tidigare genomförda studier har testat effekter av B-vitamintillskott i olika stadier av laktationen, samt skillnader mellan kor i första laktation jämfört med kor i andra laktation och högre. Om framtida studier kan fastställa att biotin, folsyra och vitamin B_{12} påverkar mjölkmängden genom att höja den, kan det resultera i att nya utfodringsrekommendationer kan komma att ordinera B-vitamintillskott till högproducerande mjölkkor.

Vitaminerna biotin, folsyra och vitamin B_{12} valdes eftersom dessa B-vitaminer ofta ingår i B-vitaminblandningar tillsammans, samt att deras fysiologiska påverkan ger en övergripande förståelse av hur B-vitamin kan påverka mjölkproduktionen hos lakterande mjölkkor.

Biotin

Biotin finns i alla växter och produceras även av mikroorganismerna i vommen. Vitaminet fungerar som kofaktor till olika enzymer i energimetabolismen hos alla växter och djur (NRC, 2001). Biotin katalyserar syntes av långa fettsyror och vissa aminosyror, interagerar vid degradering av fettsyror med udda antal kolatomer, samt påverkar omvandlingen av propionat till succinat som används i citronsyracykeln för att generera glukos. Vitaminet möjliggör även konverteringen av pyruvat till oxaloacetat som gör att aminosyrorna alanin och glycin samt mjölksyra kan användas som energikälla i glukoneogenesen (Girard, 1998). Enligt Girard (1998) fanns biotin i högre halt i grovfoder än i spannmål och då främst i mjöl från lusern och oljeväxter.

Folsyra

Folsyra finns i alla växter och produceras även av mikroorganismer i vommen. Folsyra stimulerar DNA- och RNA-syntes genom att medverka som koenzym vid syntes av nukleinsyror (NRC, 2001) och proteiner (Girard, 1998). Folsyra ingår i gruppen folater, vilket är ett gruppnamn för folsyramolekyler med olika grad av biologisk aktivitet. Utnyttjandet av folsyra minskar eller upphör helt om vävnader har brist på vitamin B_{12}. Folsyra, liksom biotin, har konstaterats i högre halt i grovfoder än i spannmål och då främst i lusernmjöl, hel sojaböna och drav (Girard, 1998).

Vitamin B_{12}

Vitamin B_{12} är till strukturen det största vitaminet i B-vitaminkomplexet, det förekommer inte i växter utan tillförs kon enbart via mikrobsyntes. Vitamin B_{12} finns i många olika former vilka har gemensamt att de innehåller en koboltatom, därför påverkar intaget av kobolt syntesen av vitamin B_{12} i vommen (NRC, 2001). Den mest aktiva formen av vitaminet kallas kobalamin, vilket även är den vanligaste tillskottsformen. Vitaminet fungerar som kofaktor för två viktiga enzymer, det ena är kopplat till glukoneogenesen och omvandlar propionat till succinat och det andra enzymet interagerar i proteinsyntesen genom att flytta en metylgrupp från folsyra och bilda metionin. Vitamin B_{12} och folsyra är därmed beroende av varandra i proteinsyntesen (NRC, 2001). Mikrobsyntes av vitaminet tenderar att vara större i en diet med mycket grovfoder jämfört med om spannmålshalten är hög (NRC, 2001). Enligt Girard (1998) förekom höga halter av vitamin B_{12} i organiskt avfall och fermentationsrester.

Syftet med denna litteratursammanställning var att ta reda på huruvida B-vitaminerna biotin, folsyra och vitamin B_{12} kan ge effekt på mjölkproduktion och därmed redogöra för om vitaminerna bör ingå i utfodringsrekommendationer till högproducerande mjölkkor.

Effekt av biotin, folsyra och vitamin B_{12} på mjölkmängd

Det finns studier som har utvärderat effekter av B-vitamin som tillskott för att höja mjölkmängden under laktationen hos mjölkkor. Girard (1998) förklarade att studier av B-vitamintillskott har fortsatt trots resultaten från mitten av nittonhundratalet, beroende på att det vid samma tidpunkt fanns ett fåtal studier som påvisade att vitaminbehovet inte var tillgodosett för att upprätthålla god hälsa och samtidigt höja produktionskapaciteten hos mjölkkor. Effekten av tillskott med B-vitamin skiljde mellan kor i olika laktationsstadier (Sacadura et al., 2007) och mellan kor i första laktation (Girard & Matte, 1998; Zimmerly & Weiss, 2001; Girard & Matte, 2005) och kor i andra och högre laktation (Girard & Matte, 1998; Zimmerly & Weiss, 2001; Majee et al., 2003; Rosendo et al., 2004; Girard et al., 2005; Graulet et al., 2007; Enjalbert et al., 2008; Pereira et al., 2013). Alla försök som beskriver effekter av biotin, folsyra eller vitamin B_{12} på mjölkmängd som ingår i denna litteratursammanställning finns summerade i tabell 1.

Avkastningsnivå

I en studie som jämförde skillnader i effekten av B-vitamintillskott mellan hög- och lågproducerande Holsteinkor (Ferreira et al., 2007) visade resultatet att tillskott av 20 mg biotin gav högre mjölkproduktion hos de högproducerande korna (medelavkastningen var 43 kg mjölk per dag) men inte hos de lågproducerande (medelavkastningen var 23 kg mjölk per dag). Höjningen kopplades till att högmjölkande kor hade ett högre behov av biotin än de lågmjölkande. Resultaten från Ferreira *et al*. (2007) kan kopplas samman med ett försök av Bergsten *et al.* (2003) som påvisade högre mjölkproduktion efter tillskott av B-vitamin hos högproducerande Holsteinkor (medelavkastning på 32,2 kg mjölk per dag). Studien avsåg att studera effekter av B-vitamintillskott på klövhälsa. De kor som fått tillskott av biotin visade på högre mjölkavkastning gentemot kontrollgruppen. Bergsten *et al*. (2003) resonerade kring

att den höga produktionen kunde krävt mer biotin för biosyntes av glukos, fettsyror och protein, vilket kunde ha medfört skillnad i avkastning mellan kor som fått tillskott av biotin jämfört med behandling utan tillskott. Att biotin kan höja mjölkmängden hos lakterande mjölkkor styrks av Lean och Rabiee (2011), som utvärderade elva försök jämförande effekten av biotintillskott på klövhälsa hos enbart Holsteinkor. Försämrad klövhälsa har ansetts påverka mjölkproduktionen negativt med effekten att kor fått ett lägre dagligt foderintag och lägre allmänt hälsotillstånd. Utifrån de sammanställda försöken kopplade författarna samman att tillskott av biotin som gav högre mjölkavkastning troligen var en effekt av förbättrad klövhälsa. Lean och Rabiee (2011) presenterade att biotin i de flesta fall gav en förbättrad klövhälsa, grundat på åtta försök. Dock ansågs materialet för analysen vara för litet för att helt styrka hypotesen att biotin påverkade mjölkmängden indirekt genom förbättrad klövhälsa.

Laktationsstadium

Sacadura *et al*. (2007) utförde ett tvådelat försök på tidig- respektive mittlaktation, med två grupper av kor i kontrollgrupp och kor som fått B-vitaminblandning i respektive försök. Korna var av rasen Holstein och hade en medelavkastning på 39,7 kg mjölk per dag i snitt under både tidig- och mittlaktation. Resultatet från studien påvisade olika utslag på mjölkproduktion mellan tidig- och mittlaktation. Försöket med mittlakterande kor visade inte på någon skillnad i mjölkproduktion mellan kontrollgrupp och grupp som fått B-vitaminblandning. Hos kor i tidig laktation konstaterades däremot högre mjölkproduktion hos kor som fått B-vitamintillskott jämfört med kontrollgrupp (Sacadura et al., 2007). De mittlakterande korna hade ett högre dagligt foderintag än kor i tidig laktation i förhållande till hur mycket mjölk de producerade. Detta kunde tyda på att kor i tidig laktation hade större respons för extra B-vitamin, vilket medförde att de producerade mera mjölk utan högre foderintag eftersom effekten ökade i energi och proteinmetabolismen som direkt effekt av B-vitamin (Sacadura et al., 2007). Ett försök med folsyra (Girard & Matte, 1998) gav olika effekt i olika laktationsstadier hos Holsteinkor med en medelavkastning på 25,1 kg mjölk per dag. Studien var baserad på tillskott av 0, 2 eller 4 mg folsyra per kg kroppsvikt och dag. Tillskott av 4 mg folsyra per kg kroppsvikt och dag gav högre mjölkproduktion under de första 100 dagarna av laktationen. Samma resultat påvisades vid tillskott av 2 mg folsyra per kilo kroppsvikt och dag mellan laktationsdag 100-200. Den höjda avkastningen under de första 100 dagarna motsvarade 2,2 kg per dag, respektive 3 kg per dag under ytterligare 100 dagar av laktationen, vid tillskott av 4 mg folsyra per kg kroppsvikt och dag (Girard & Matte, 1998).

Laktationsnummer

Tillskott av folsyra till Holsteinkor i första laktation och högre gav olika effekt i olika laktationsnummer i en studie av Girard och Matte (1998). Resultatet påvisade högre mjölkmängd hos kor i andra laktation och högre efter behandling med 1,20 respektive 2,41 g folsyra jämfört med kontrollgrupp. Jämförelser mellan laktationsnummer indikerade på att kor i andra laktation och högre hade en större respons på folsyra som resulterade i att mjölkproduktionen höjdes (Girard & Matte, 1998).

Evans och Mair (2013a, b) rapporterade om resultat från 16 fältförsök med totalt 1824 mjölkkor i första laktation och äldre. Rapporterna anger dock inte vilken ras korna tillhörde. Försöken jämförde effekter vid tillskottsutfodring av B-vitaminblandning och icke-vomstabilt biotin. Materialet var uppdelat på två publikationer med fyra gårdar i den ena och tolv gårdar i den andra. I den publikation som omfattade fyra gårdar jämfördes tillskott av icke-vomstabilt biotin med B-vitaminblandning, blandningen innehöll bland annat vomstabilt biotin och folsyra. Totalt ingick 608 kor i studien och deras medelavkastning var 32 kg mjölk per dag. Resultatet från studien visade på högre mjölkavkastning hos kor som fått tillskott av B-vitaminblandning jämfört med kor som endast fått tillskott av biotin (Evans & Mair, 2013b). I den publikation som redovisade sammanställning av fältförsök från tolv gårdar (Evans & Mair, 2013a) ingick data från 1216 mjölkkor med en medelavkastning på 34,2 kg mjölk per dag. I försöket studerades effekter av B-vitaminblandning jämfört med kontrollgrupp. Tillskottet av B-vitaminblandningen var av samma komposition och giva som i Evans och Mair (2013b). Evans och Mair (2013a) visade på samma resultat som Evans och Mair (2013b), att kor i både första laktation och äldre fick höjd mjölkmängd som effekt av tillskott av B-vitaminblandning (Evans & Mair, 2013a).

Flera studier med enbart kor i andra laktation och högre har visat på högre mjölkproduktion efter tillskott av B-vitamin (Majee et al., 2003; Graulet et al., 2007; Pereira et al., 2013) medan andra studier inte funnit någon skillnad i mjölkproduktion (Majee et al., 2003; Rosendo et al., 2004; Girard et al., 2005). I ett delförsök av Majee *et al*. (2003) påträffades ingen effekt på mjölkmängd efter tillskott av biotin eller B-vitaminblandning innehållande bland annat biotin, till Holsteinkor med en medelavkastning på 37,2 kg mjölk per dag. Försöket undersökte skillnaden mellan kor som fått tillskott av 20 respektive 40 mg biotin, eller en B-vitaminblandning som innehöll 20 mg biotin. Då ingen skillnad i mjölkproduktion uppdagades mellan grupperna drogs inga slutsatser om huruvida B-vitaminblandningen var bättre än rent biotintillskott. Resultaten jämfördes med kontrollgruppen för det andra delförsöket i studien där korna inte fått B-vitamintillskott (Majee et al., 2003). Det andra delförsöket av Majee *et al.* (2003) testade tillskott av 20 mg biotin respektive B-vitaminblandning i två olika doser, vitaminblandningen inkluderade biotin. I detta försök visade resultatet på högre mjölkproduktion hos kor i andra laktation och högre. Den högre doserade B-vitaminblandningen gav ingen ytterligare effekt gentemot den lägre blandningen eller rent biotin. Förklaring till varför den dubbla mängden inte gav ytterligare mjölkproduktionsökning hänfördes till ett lägre totalt foderintag. Det låga foderintaget ansågs dessutom vara en effekt av dålig smaklighet eller att det uppstått en negativ interaktionseffekt mellan vitaminerna som då påverkade resultatet (Majee et al., 2003).

I de två andra försök som inte påvisade någon avkastningsökning testades tillskott av biotin (Rosendo et al., 2004) eller folsyra och vomstabilt metionin (Girard et al., 2005). Rosendo *et al*. (2004) visade att biotin inte höjde mjölkproduktionen hos Holsteinkor i andra laktation och högre (medelavkastning på 35,8 kg mjölk per dag), som fått tillskott av 20 mg biotin per dag jämfört med kontrollgrupp utan vitamintillskott. Varför mjölkmängden inte höjdes som effekt av biotintillskott kunde Rosendo *et al*. (2004) inte konstatera. Girard *et al.* (2005) påvisade oförändrad mjölkavkastning hos Holsteinkor i andra laktation och högre (medelavkastning på

36,2 kg mjölk per dag) som fått folsyra och vomstabilt metionin jämfört med kontrollgrupp. En förklaring till utebliven produktionshöjning ansågs vara att korna i försöket hade låga halter av vitamin B_{12} i serum, vilket kunde ha bidragit till minskad effekt av folsyratillskottet (Girard et al., 2005).

Ett försök med injektion av cyanokobalamin, som är syntetiskt framställt vitamin B_{12}, utfördes på Holsteinkor i andra laktation och högre (medelavkastning på 23,9 kg mjölk per dag) som fått både kraftfoder och gått på bete (Pereira et al., 2013). I försöket fanns en kontrollgrupp som jämfördes mot två tillskottsgrupper som fått butafosfan och cyanokobalamin i två olika doser. Doserna injicerades under fem tillfällen från och med kalvning till 20 dagar in i laktationen. Resultatet från studien visade att mjölkmängden höjdes hos de kor som fått tillskott jämfört med kontrollgruppen och att produktionen var som högst under den sjätte laktationsveckan. En förklaring till produktionsökningen ansågs vara tillskottskornas ökade dagliga intag av foder, vilket gav minskad negativ energibalans som påvisades med minskad plasmakoncentration av fria fettsyror och beta-hydroxybutyrat (Pereira et al., 2013).

Graulet *et al*. (2007) studerade tillskott av folsyra och/eller vitamin B_{12} till Holsteinkor i andra laktation och högre som hade en medelavkastning på 39,5 kg mjölk per dag. Försöket bestod av en kontrollgrupp som inte fått vitamintillskott samt tre olika behandlingsgrupper. Behandlingarna bestod av antingen folsyra eller vitamin $B_{12,}$ eller en blandning av folsyra och vitamin B_{12}. Resultatet visade på högre mjölkavkastning under de åtta första veckorna av laktationen hos kor i andra laktation och högre med folsyrabehandling, både med och utan vitamin B_{12}. Enbart tillskott av vitamin B_{12} gav oförändrad mjölkmängd. Utifrån detta föreslår Graulet *et al*. (2007) att enbart vitamin B_{12} inte påverkade mjölkproduktionen, utan att det var folsyra som var den begränsande faktorn och att tillskott av folsyra därför gav en mjölkproduktionshöjning.

Laktationsnummer och laktationsstadie

Försök med kor i olika laktationsstadier gav liknande resultat vad gäller högre mjölkavkastning med tillskott av biotin (Zimmerly & Weiss, 2001; Enjalbert et al., 2008). Zimmerly och Weiss (2001) utvärderade effekter av biotin i tidig laktation hos Holsteinkor i både första laktation och högre med en medelavkastning på 36,8 kg mjölk per dag. Utfallet av studien visade att mjölkproduktionen höjdes hos kor som fått biotintillskott. I försöket påvisades ingen skillnad i dagligt foderintag mellan grupperna, vilket tydde på att foderutnyttjandet istället hade ökat för de kor som fick tillskott av biotin. De effekter som Zimmerly och Weiss (2001) antog ha påverkat den höjda mjölkproduktionen var därför ökad glukosproduktion genom glukoneogenesen eller ökad fibernedbrytning i vommen, båda som en direkt effekt av biotintillskott. Resultaten som Zimmerly och Weiss (2001) publicerade stärktes utav Enjalbert *et al.* (2008). I studien utvärderade Enjalbert *et al.* (2008) effekter av biotintillskott innan kalvning och dess inverkan på mjölkproduktion hos Holsteinkor i första laktation (medelavkastning på 26 kg mjölk per dag) och Holsteinkor i andra laktation och högre (medelavkastning på 30 kg mjölk per dag). Ett tillskott på 20 mg biotin per dag

blandades med vete och gavs till korna varje morgon. Resultatet visade på högre mjölkmängd under tidig laktation, vecka två till sex, hos kor i andra laktation och högre men inte hos kor i första laktation jämfört med kontrollgrupp. Efter den sjätte veckan påvisades ingen högre mjölkproduktion. Att mjölkproduktionen inte höjdes hos kor i första laktation antogs dels ha berott på att gruppering av kor i första laktation var mindre anpassad eftersom de inte hade registrerade avkastningsvärden sedan tidigare, vilket kunde ha lett till felgruppering. Resultatet med högre mjölkproduktion hos kor i andra laktation och högre förklarades av Enjalbert *et al.* (2008) som en potentiell effekt av ökad vomnedbrytning och biotinsyntes som kan ha lett till ökad glukosproduktion eftersom biotin krävs för konvertering av propionat till glukos. Enjalbert *et al.* (2008) påstod att utebliven avkastningshöjning efter laktationsvecka sex berodde på att biotinbehovet då var uppfyllt och därmed förekom ingen ytterligare effekt.

En studie som däremot påvisat mjölkproduktionshöjning hos Holsteinkor i enbart första laktation (Girard & Matte, 2005) visade att injektioner med vitamin B_{12}, utöver en diet med folsyra och vomstabilt metionin, gav tendens till högre mjölkproduktion hos kor med en medelavkastning på 28,5 kg mjölk per dag. Försöket pågick från fjärde laktationsveckan till och med 18:e veckan. Kontrollgruppen fick injektioner av koksaltlösning istället för vitamin B_{12}, utöver diet med folsyra och vomstabilt metionin. Benägenhet till högre mjölkproduktion i tidig laktation förklarades med att korna inte hade fyllt sitt behov av vitamin B_{12} innan behandling, vilket då kan ha hämmat mjölkproduktionen innan tillskott gavs. Den höjda avkastningen kopplades också till högre andel metionin och propionat som effekt av vitamin B_{12} (Girard & Matte, 2005). Studien jämförde dock inte utfallet mellan laktationsnummer, vilket betyder att det inte säkert går att fastställa om laktationsnumret var den bidragande orsaken till produktionshöjningen.

Effekt av B-vitamin på mjölkens sammansättning

I texten nedan beskrivs effekter av biotin, folsyra och vitamin B_{12} på mjölkens torrsubstans, i form av större mängd eller högre halt. Det är därför viktigt att tydligt tänka på att större mängd mjölkkomponenter ofta kopplas till direkt högre mjölkproduktion, vilket medför att mjölkkomponenternas halter kan vara densamma som innan mängden höjdes.

Laktationsstadium

En jämförelse mellan tidig och sen laktation (Sacadura et al., 2007) visade på större mängd mjölkprotein i senare laktation hos kor som fått B-vitaminblandning. För kor i tidig laktation höjdes halten mjölkprotein samt att mängden mjölkfett och mjölkprotein blev större vid tillskott av vitaminblandningen. Resultatet av höjningarna förklaras som ökad foderomvandlings-förmåga orsakad av vitaminerna i B-vitaminblandningen (Sacadura et al., 2007).

Avkastningsnivå

I en studie av Ferreira *et al*. (2007), utvärderades skillnader mellan hög- och lågproducerande kor i andra laktation och högre som fått tillskott av biotin. Hos de högproducerande korna

(medelavkastning på 43 kg mjölk per dag) gav B-vitamin större mängd mjölkfett, laktos och en tendens till större mängd mjölkprotein, samtidigt som mjölkproduktionen höjdes (Ferreira et al., 2007). Tillskott av B-vitamin tenderade att ge större mängd mjölkfett hos lågproducerande kor (medelavkastning på 23 kg mjölk per dag). Den högre laktosmängden och mjölkfettsproduktionen förklaras av Ferreira *et al*. (2007) som en direkt koppling till högre mjölkmängd och högre glukoshalt i juvret. En annan förklaring till ökad mjölkfettproduktion var biotinets direkta effekt på fettsyrasyntesen som koenzym (Ferreira et al., 2007).

Laktationsnummer

Hos kor i första laktation (Girard & Matte, 2005) visade tillskott av B-vitamin på större produktion av mängden mjölkfett och laktos. Resultatet tyder på att det fanns en positiv påverkan från vitamin B_{12} på propionatanvändningen till glukos (Girard & Matte, 2005).

I laktation två eller högre påvisade Girard *et al*. (2005) benägenhet till högre halt mjölkprotein hos kor som fått tillskott av folsyra och vomstabilt metionin. Det kan inte uteslutas att det var en direkt effekt av metionintillskott som gav högre halt av mjölkprotein. Rosendo *et al*. (2004) visade på tendens till högre halt mjölkprotein som effekt av vitamin B hos kor i andra laktation och högre. Den höjda halten mjölkprotein kan delvis ha berott på ökad mikrobtillväxt som effekt av biotintillskott, samt att biotin kan ha ökat propionatsyntesen i vommen. Graulet *et al.* (2007) visade på högre halt mjölkprotein, folater och vitamin B_{12} vid tillskott av folsyra och vitamin B_{12} hos kor i andra laktation och högre. Den höjda halten vitamin B_{12} och folater kopplades till det högre intaget av dessa. Högre halt av mjölkprotein kopplades till folsyras inverkan på proteinsyntesen och inte till tillskottet av vitamin B_{12}. Enligt Majee *et al*. (2003) gav biotin större mängd mjölkprotein och laktos hos kor i andra laktation och högre jämfört med kontrollgruppen. Laktosökningen förklarades som av Ferreira *et al.* (2007) med högre syntes av glukos via glukoneogenesen. Majee *et al*. (2003) studerade även effekter av B-vitaminblandning, vilket också gav benägenhet till större mängd mjölkprotein och laktos. Försök med cyanokobalamin gav högre halt mjölkprotein och mjölkfett hos kor i andra laktation och högre. Den höjda halten mjölkfett och mjölkprotein antogs komma från en ökad ämnesomsättning som minskade kornas negativa energibalans (Pereira et al., 2013).

Enjalbert *et al.* (2008) visade att mängden mjölkfett tenderade att bli större som effekt av biotin under laktationsveckorna två till sex hos kor i andra laktation och högre jämfört med kor i första laktation och kor utan tillskott. Resultatet kopplades till biotinets effekt på syntesen av långa fettsyror i juvret. Zimmerly och Weiss (2001) konstaterade att biotintillskott gav större mängd mjölkprotein hos högproducerande kor i tidig laktation hos kor i andra laktation och högre. Den höjda mängden mjölkprotein kopplades inte till ökad mobilisering av fettvävnad. Bergsten *et al.* (2003) visade att mängden mjölkfett blev större med biotintillskott jämfört med kontrollgrupp utan tillskott, oavsett laktationsnummer. Att mängden mjölkfett blev större hänfördes till biotinets roll som kofaktor till enzymet acetyl-CoA karboxylas som är involverat i fettsyrasyntesen. Girard och Matte (1998) konstaterade att folsyra höjde folathalten i mjölk som en direkt effekt av tillskott hos kor i andra laktation och högre. Högre

dos folsyra hade dock ingen ytterligare inverkan på folathalten. Den höjda halten folater i mjölk kopplades även till ökad sekretion av folatbindande proteiner. Andra mjölkkomponenter vars mängd blev större när mjölkproduktionen höjdes var mjölkfett, laktos, aska och kasein, halterna var dock oförändrade (Girard & Matte, 1998).

Resultat från en metaanalys (Chen et al., 2011) som använde data från elva försök ur nio olika artiklar visade att tillskott av biotin gav högre dagligt intag av foder samt större mängd mjölkfett och mjölkprotein. Däremot påvisades inga skillnader i halt mjölkfett eller halt mjölkprotein. Kor som ingick i studierna var av enbart rasen Holstein (Chen et al., 2011).

Diskussion

Sex av sju artiklar som redovisade effekter av biotin på mjölkmängd fann att mjölkmängden hade ökat med mellan 0,9-4,0 kg mjölk per dag efter biotintillskott, hos mjölkkor med en medelavkastning på mellan 23-43 kg mjölk per dag (Zimmerly & Weiss, 2001; Bergesten et al., 2003; Majee et al., 2003; Ferreira et al., 2007; Enjalbert et al., 2008; Evans & Mair, 2013b). Bland de sex artiklar som påvisade högre mjölkmängd hade fem av dem behandlat med 20 mg biotin (Bergesten et al., 2003; Majee et al., 2003; Ferreira et al., 2007; Enjalbert et al., 2008; Evans & Mair, 2013b) och två stycken med 10 mg biotin per dag (Zimmerly & Weiss, 2001; Evans & Mair, 2013b). I de artiklar som beskrev behandling med B-vitaminblandning (Majee et al., 2003; Sacadura et al., 2007; Evans & Mair, 2013a, b) fann alla författarna ett samband mellan tillskott av B-vitaminblandning till kor som producerade i medel mellan 33,1-39,7 kg mjölk per dag och högre mjölkproduktion. Enbart folsyra utvärderades i två av artiklarna (Girard & Matte, 1998; Girard et al., 2005). Artiklarnas resultat skiljde sig åt då Girard *et al.* (2005) inte påvisade någon höjd mjölkmängd vid tillskott av 1,99 och 3,97 g folsyra till kor som producerade i medel 25,11 kg mjölk per dag, kontra Girard och Matte (1998) som visade på en högre mjölkmängd vid tillskott av 1,20 respektive 2,41 g folsyra till kor som producerade i medel 36,2 kg mjölk per dag. Effekter av folsyra och vitamin B_{12} beskrevs av två studier (Girard & Matte, 2005; Graulet et al., 2007). Girard och Matte (2005) fann tendens till högre mjölkmängd efter tillskott av 1,91 g folsyra och/eller 10 mg vitamin B_{12} till kor som hade en medelavkastning på 28,5 kg mjölk per dag, medan Graulet *et al*. (2007) påvisade högre mjölkmängd efter tillskott av 2,6 g folsyra och/eller 0,5 g vitamin B_{12} till kor som hade en medelavkastning på 39,5 kg mjölk per dag. Den studie som utvärderade tillskott av cyanokobalamin visade att tillskottet bidrog till en linjär mjölkproduktionshöjning efter behandling med 0,5 eller 1,0 mg cyanokobalamin var femte dag till kor som hade en medelavkastning på 23,9 kg mjölk per dag (Pereira et al., 2013).

Resultaten från de studier som ingått i den här litteraturgenomgången ger belägg för att säkerställa att tillskott av biotin, folsyra och vitamin B_{12} kan resultera i högre mjölkavkastning bland högavkastande kor i tidig laktation vid andra laktation och högre. I de olika försöken hade den högre mjölkmängden hänvisats till olika metabola effekter av vitamintillskott (Girard & Matte, 1998; Zimmerly & Weiss, 2001; Bergsten et al., 2003; Majee et al., 2003; Girard & Matte, 2005; Ferreira et al., 2007; Graulet et al., 2007; Sacadura et al., 2007; Enjalbert et al., 2008; Evans & Mair, 2013a, b; Pereira et al., 2013). I flera fall hade

avkastningshöjningen berott på ökad syntes av glukos, fett eller protein, vilket kunde kopplas till att kons allmänna energibalans höjts och fortsatt kunde bidragit till en högre mjölkavakastning.

Effekten av B-vitamintillskott på mjölkens torrsubstanshalt var väldigt varierande mellan studierna vilket gör det svårt att dra slutsatser om vilket som var den huvudsakliga effekten bakom komponenthöjningarna. Däremot ökade mängden mjölkfett och mjölkprotein i de flesta fall, följt av mängd laktos och halten mjölkfett (Girard & Matte, 1998; Zimmerly & Weiss, 2001; Bergsten et al., 2003; Majee et al., 2003; Girard & Matte, 2005; Ferreira et al., 2007; Sacadura et al., 2007; Evans & Mair, 2013a, b; Pereira et al., 2013). Positiva aspekter på större mängd komponenter hänvisar jag till att mjölkens innehåll då torde behålla halten komponenter när den totala mängden blir större. Alltså kan mjölken behålla sin torrsubstanshalt vilket betyder att det inte enbart var vattenhalten som ökat i mjölken. Att mängden mjölkprotein inte minskar anser jag positivt ur svensk produktions synvinkel eftersom vi använder stora mängder mjölk för att producera hårdost vilket kräver en viss halt mjölkprotein.

Vid genomgång av studiernas resultat fanns både antagna slutsatser om varför mjölkmängden eller torrsubstansen ändrades samt mätta resultat som påvisar mer säkra slutsatser. Studierna har exempelvis antagit att produktionen höjdes på grund av att vitaminet antogs finnas i begränsad mängd innan försöket (Graulet et al., 2007), eller att minskad koncentration av fria fettsyror och beta-hydroxybutyrat (minskad negativ energibalans) har mätts i plasma vid produktionshöjning (Pereira et al., 2013). Det är alltså viktigt att ta hänsyn till vad studierna faktisk mätt respektive antagit, för att kunna dra så riktiga slutsatser som möjligt utifrån de genomförda studierna.

I sammanställningen beskrevs två artiklar (Girard & Matte, 2005; Pereira et al., 2013) som använde sig av injektioner vid tillförsel av vitamin B_{12}. Eftersom vitaminet injiceras så kommer det inte att passera genom vommen där en viss degradering av vitaminet förekommer. Detta medför att dessa två försök inte kan användas för att vidareutveckla utfodringsrekommendationer för vitamin B_{12}. Studiernas resultat är dock viktiga för att undersöka vitaminets påverkan på mjölkproduktionen och därmed ge stöd åt ytterligare forskning som bör utvärdera tillskott av vitamin B_{12} via utfodring.

Tillskott av biotin till kor med dålig klövhälsa kopplades tidigt samman med att klövhälsan förbättrades (Bergsten et al., 2003). Från den litteratur som studerats drar jag slutsatsen att förbättrad klövhälsa både är en direkt och indirekt effekt av B-vitamintillskott eftersom kons allmänna hälsa kan förbättras genom en minskad negativ energibalans. Den minskade negativa energibalansen beror kanske delvis på att biotin kan påverka syntes av ny klövvävnad så att kon kan öka sin mobila förmåga och därmed öka foderintaget, samtidigt som biotin påverkar fodernedbrytande processer som ger mer energi åt djuret. Om kons energibalans är normal borde klöven uppehålla sin normala struktur och därmed kan kon bibehålla sitt dagliga intag av foder och en normal produktionsnivå. Om kon har en negativ

energibalans kanske bibehållandet eller syntes av ny klövvävnad minskar till förmån för andra processer i kroppen.

Eftersom biotin, folsyra och vitamin B_{12} till stor del har olika effekter i kroppen är det viktigt att dessa enskilda vitaminers påverkan och samverkan studeras noga för att nya försök skall ge så givande resultat som möjligt. Försök med B-vitaminblandning innehållande bland annat biotin, folsyra och vitamin B_{12} höjde inte mjölkavkastningen jämfört mot enbart biotintillskott (Majee et al., 2003). Eftersom både biotin och vitamin B_{12} påverkar glukoneogenesen kan en utebliven höjning berott på att det inte fanns ytterligare propionat att omvandla vidare till glukos. Dock förklarar inte detta varför folsyra inte åstadkom någon mjölkmängdshöjning. Enligt NRC (2001) påverkar folsyra och vitamin B_{12} varandra positivt vilket tyder på att en interaktionseffekt inte behöver vara förklaringen till utebliven produktionshöjning. Återigen behövs mer forskning på samspelet mellan B-vitaminerna för att kunna utveckla en bättre B-vitaminblandning. I flera av studierna fick kor en annan form av tillskott utöver B-vitamin, vilket kan ha påverkat resultaten (Girard & Matte, 2005; Girard et al., 2005; Pereira et al., 2013). Tillskotten var vomstabilt metionin och butafosfan. Då mjölkmängden höjdes i de försök som gett extra tillskott utöver B-vitamin hade det varit intressant att utreda vilka tillskottskomponenter som bidrog till ökningen. Eftersom det inte anges i de respektive rapporterna huruvida det var B-vitamin eller de andra tillskotten som påverkade mjölkmängden går det inte att dra korrekta slutsatser om B-vitaminers roll utifrån dessa försök. Försök i framtiden skulle även kunna utvärdera skillnader mellan raser och vilka effekter som skiljer mellan dem vid tillskott av B-vitamin. De artiklar jag studerat där rasen är angiven anger endast Holstein. Ur ett svenskt perspektiv hade det varit intressant att undersöka eventuella tillskottseffekter hos Svensk röd och vit boskap och Svensk Holstein. Resultat som kan påvisa högre halt mjölkprotein hos våra mjölkkoraser torde vara extra intressant för att på sikt om möjligt höja ostutbytet i hårdostproduktionen.

I framtiden krävs mer forskning på hur väl mikrobsyntes av B-vitamin täcker behovet hos högproducerande mjölkkor, för att utifrån det arbeta fram nya utfodringsrekommendationer. Fler försök behövs dessutom för att konstatera vilka B-vitaminer som bör sammanställas i en B-vitaminblandning samt vilka av vitaminerna som ger bäst effekt som ensamt tillskott. För att lyckas i framtiden med att tillämpa tillskottsutfodring av B-vitaminer i mjölkproduktion bör kostnaderna för vitaminerna vara relativt låga i relation till de ökade intäkterna. Eftersom B-vitaminerna finns direkt i fodergrödorna eller syntetiseras i vommen kan en anpassad foderstat med ett naturligt högt innehåll av B-vitamin möjligtvis minska behovet av att köpa in extra tillskottsprodukter, vilket torde påverka kostnaden. För att bibehålla alternativt öka torrsubstanshalten när mjölkavkastningen höjs är det viktigt att fortsätta utvärdera B-vitaminernas påverkan. Om höjning av mjölkkomponenthalter kan påvisas i flera studier finns potential att i framtiden arbeta mot att producera mjölk som innehåller högre halter av önskvärda komponenter. En sådan önskvärd komponent kan vara vitamin B_{12} som finns naturligt i bland annat mjölk och ost.

Slutsats

Det finns övertygande stöd i litteraturen för att påstå att biotin, folsyra och vitamin B_{12} ger avkastningsökning hos högmjölkande mjölkkor. Det är högst troligt att den huvudsakliga förklaringen bakom höjningen var att vitaminbehovet inte täcktes förrän kor fått tillskott av dessa vitaminer. Eftersom det finns studier som påvisar högre mjölkavkastning efter tillskott av biotin, folsyra och vitamin B_{12}, bör fler försök utföras för att fastställa vilken eller vilka B-vitaminer som är lämpligast att ge som tillskott till mjölkkor i syfte att höja mjölkavkastningen. Utöver detta behövs mer information om vilka kor som är i behov av tillskott, det vill säga i vilket stadie av laktation och laktationsnummer vitamintillskott ger önskvärd effekt, samt i vilka typer av foderstater som tillskott kan behövas. Utifrån den information som finns idag angående B-vitaminbehovet hos högproducerande mjölkkor finns det belägg för ytterligare forskning inom området som kan generera nya utfodringsrekommendationer som inkluderar B-vitaminer såväl nationellt (Spörndly, 2003) som internationellt (NRC, 2001).

Tabell 1. Översikt över litteratur om effekt av biotin, folsyra och vitamin B_{12} på mjölkproduktion hos mjölkkor.

Artikel	Kostatus	Vitamintillskott		Kontroll-grupp	Effekt av vit B på mjölkmängd	Foder och tillskott utöver B-vitamin
		Vit B	Vit B giva (ko/dag)			
Bergsten *et al*. (2003)	Första och högre laktation	Biotin	20 mg	0 mg biotin/dag	Högre (+2,9 kg/dag)	Lusernhö, majsensilage och spannmålsmix
Enjalbert *et al.* (2008)	Första och högre laktation	Biotin	20 mg	0 mg biotin/dag	Högre hos kor i andra laktation i laktationsvecka 2-6 (+4,0 kg/dag)	Koncentrat av spannmål, biprodukter från spannmål
Evans & Mair (2013a)	Första och högre laktation	BVB[1]	3,0 g	0 g BVB/dag	Högre (+1,2 kg/dag)	Koncentrat, inget annat angivet
Evans & Mair (2013b)	Första och högre laktation	BVB	3,0 g BVB[2]	10 mg biotin/dag	Högre (+0,9 kg/dag)	Koncentrat, inget annat angivet
Ferreira *et al.* (2007)	Hög- och lågproducerande	Biotin	20 mg	0 mg biotin/dag	Högre hos högproducerande kor (+2,7 kg/dag)	Majsensilage, lusernensilage, majskärna och majsglutenmjöl
Girard & Matte (1998)	Första och högre laktation	Folsyra	1,20 eller 2,41 g	0 g folsyra/dag	Högre hos kor i andra laktation och högre (+3 kg/dag)	Baljväxtensilage majsensilage, korn och majs
Girard *et al.* (2005)	Andra och högre laktation	Folsyra	1,99 eller 3,97 g[3]	0 g folsyra/dag	Ej signifikant	Majsensilage, gräsensilage, korn och majs samt vomstabilt metionin
Girard & Matte (2005)	Första laktation	Folsyra Vitamin B_{12}[4]	1,91 g folsyra och/eller 10 mg Vitamin B_{12} (injektion av B_{12})	0,9% NaCl (injektion)	Tendens till högre produktion (+2,6 kg/dag)	Majsensilage, gräsensilage, korn och majs samt vomstabilt metionin
Graulet *et al*. (2007)	Andra och högre laktation	Folsyra Vitamin B_{12}[4]	2,6 g folsyra och/eller 0,5 g vitamin B_{12}	inget vitamin-tillskott	Folsyra, eller folsyra + vitamin B12 höjde i tidig laktation (+2,3 kg/dag)	Baljväxtensilage, majsensilage, krossad majs och sojamjöl
Majee *et al*. (2003)	Andra och högre laktation	Enbart biotin eller BVB[5]	20 eller 40 mg biotin, BVB enkel eller dubbel dos	inget vitamintillskott	20 mg biotin/dag eller BVB gav högre mängd hos kor i andra laktation och högre (+1,7 kg/dag)	Lusernensilage och koncentratmix med majs, sojamjöl och animaliskt fett
Pereira *et al*. *(*2013)	Andra och högre laktation	Cyanokobalamin[6]	0,5 mg eller 1,0 mg var femte dag (injektion)	0,9% NaCl (injektion)	Linjär produktionsökning fram till sjätte laktationsveckan (+2,0 kg/dag)	Bete och koncentrat samt butafosfan
Rosendo *et al*. (2004)	Andra och högre laktation	Biotin	20 mg	0 mg biotin/dag	Ej signifikant	Majsensilage, lusernhö, majsmjöl och sojamjöl
Sacadura *et al*. (2007)	Tidig- och mittlaktation	BVB[7]	3,0 g BVB[8]	inget vitamintillskott	Högre hos kor i tidig laktation (+0,9 kg/dag)	Majs, lusernhö, majsensilage och rapspellets[9]
Zimmerly & Weiss (2001)	Första och högre laktation	Biotin	10 eller 20 mg biotin	0 mg biotin/dag	Linjär höjning med högre biotin giva (+2,8 kg/dag)	Lusernensilage, majsensilage, lusernhö och koncentrat

[1] *B-vitamin blandning*
[2] *En BVB-giva på 3 g innehåller 10 mg biotin*
[3] *Ny korrigering för mg folsyra/kg kroppsvikt vid sex olika tillfällen, från fyra veckor innan, till 38 dagar efter kalvning*
[4] *Folsyra och/eller Vitamin B_{12}*
[5] *Bland annat biotin, folsyra och vitamin B_{12}*
[6] *Syntetiskt framställt vitamin B_{12}*
[7] *Biotin, pantotensyra, pyridoxin och folsyra*
[8] *Minst 3,20 mg/g biotin, 4,0 mg/g folat, 40,0 mg/g pantotensyra och 25,0 mg/g pyridoxin*
[9] *Lusernhö i tidig laktation och rapspellets i mittlaktation*

Litteraturförteckning

Bergsten, C., Greenought, P.R., Gay, J.M., Seymour, W.M. & Gay, C.C. (2003). Effects of Biotin Supplementation on Performance and Claw Lesions on a Commercial Dairy Farm. *Journal of Dairy Science*, vol. 86 (12), ss. 3953-3962.

Chen, B., Wang, C., Wang, Y.M. & Liu J.X. (2011). Effect of biotin on milk performance of dairy cattle: A meta-analysis. *Journal of Dairy Science*, vol. 94 (7), ss. 3537-3545.

Enjalbert, F., Nicot, M.C. & Packington, A.J. (2008). Effects of peripartum biotin supplementation of dairy cows on milk production and milk composition with emphasis on fatty acids profile. *Livestock Science*, vol. 114 (2-3), ss. 287-295.

Evans, E. & Mair, D.T. (2013a). Effects of a rumen protected B vitamin blend upon milk production and component yield in lactating dairy cows. *Open Journal of Animal Sciences*, vol. 3 (1), ss. 76-82.

Evans, E. & Mair, D.T. (2013b). Effects of a rumen protected B vitamin blend substituted for biotin upon milk production and component yield in lactating dairy cows. *Open Journal of Animal Sciences*, vol. 3 (2), ss. 93-98.

Ferreira, G., Weiss, W.P. & Willet, L.B. (2007). Changes in Measures of Biotin Status Do Not Reflect Milk Yield Responses When Dairy Cows Are Fed Supplemental Biotin. *Journal of Dairy Science*, vol. 90 (3), ss. 1452-1459.

Girard, C.L. (1998). B-complex vitamins for dairy cows: A new approach. *Canadian Journal of Animal Science*, vol. 78, ss. 71-90.

Girard, C.L., Lapierre, H., Matte, J.J. & Lobley, G.E. (2005). Effects of Dietary Supplements of Folic Acid and Rumen-Protected Methionine on Lactational Performance and Folate Metabolism of Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, vol. 88 (2), ss. 660-670.

Girard, C.L. & Matte, J.J. (1998). Dietary Supplements of Folic Acid During Lactation: Effects on the Performance of Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, vol. 81 (5), ss. 1412-1419.

Girard, C.L. & Matte, J.J. (2005). Effects of Intramuscular Injections of Vitamin B_{12} on Lactation Performance of Dairy Cows Fed Dietary Supplements of Folic Acid and Rumen-Protected Methionine. *Journal of Dairy Science*, vol. 88 (2), ss. 671-676.

Graulet, B., Matte, J.J., Desrochers, A., Doepel, L., Palin, M.-F. & Girard, C.L. (2007). Effects of Dietary Supplements of Folic Acid and Vitamin B_{12} on Metabolism of Dairy Cows in Early Lactation. *Journal of Dairy Science*, vol. 90 (7), ss. 3442-3455.

Lean, I.J. & Rabiee, A.R. (2011). Effect of feeding biotin on milk production and hoof health in lactating dairy cows: A quantitative assessment. *Journal of Dairy Science*, vol. 94 (3), ss. 1465-1476.

Majee, D.N., Schwab, E.C., Bertics, S.J., Seymour, W.M. & Shaver, R.D. (2003). Lactation Performance by Dairy Cows Fed Supplemental Biotin and a B-Vitamin Blend. *Journal of Dairy Science*, vol. 86 (6), ss. 2106-2112.

NRC. (2001). Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th revised edition. National Academy Press, Washington, DC.

Pereira, R.A., Silveira, P.A.S., Montagner, P., Schneider, A., Schmitt, E., Rabassa, V.R., Pfeifer, L.F.M., Del Pino, F.A.B., Pulga, M.E. & Corrêa, M.N. (2013). Effect of butaphosphan and cyanocobalamin on postpartum metabolism and milk production in dairy cows. *Animal*, vol. 7 (7), ss. 1143-1147.

Rosendo, O., Staples, C.R., McDowell, L.R., McMahon, R., Badinga, L., Martin, F.G., Shearer, J.F., Seymour, W.M. & Wilkinson, N.S. (2004). Effects of Biotin Supplementation on Peripartum Performance and Metabolites of Holstein Cows. *Journal of Dairy Science*, vol. 87 (8), ss. 2535-2545.

Sacadura, F.C., Robinson, F.C., Evans, E. & Lordelo, M. (2008). Effects of a ruminally protected B-vitamin supplement on milk yield and composition of lactating dairy cows. *Animal Feed Science and Technology*, vol. 144 (1-2), ss. 111-124.

Spörndly, R. (2003). *Fodertabeller för idisslare*. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala: Institutionen för husdjurens utfodring och vård (2003:257).

Zimmerly, C.A. & Weiss, W.P. (2001). Effects of Supplemental Dietary Biotin on Performance of Holstein Cows During Early Lactation. *Journal of Dairy Science*, vol. 84 (2), ss. 498-506.

I denna serie publiceras examensarbeten (motsvarande 15, 30, 45 eller 60 högskolepoäng) vid Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionens examensarbeten finns publicerade på SLUs hemsida *www.slu.se*.

In this series Degree projects (corresponding 15, 30, 45 or 60 credits) at the Department of Animal Nutrition and Management, Swedish University of Agricultural Sciences, are published. The department's degree projects are published on the SLU website *www.slu.se*.

Sveriges lantbruksuniversitet Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap Institutionen för husdjurens utfodring och vård Box 7024 750 07 Uppsala Tel. 018/67 10 00 Hemsida: www.slu.se/husdjur-utfodring-vard	*Swedish University of Agricultural Sciences* *Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science* *Department of Animal Nutrition and Management* *PO Box 7024* *SE-750 07 Uppsala* *Phone +46 (0) 18 67 10 00* *Homepage: www.slu.se/animal-nutrition-management*