



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsplanering,
trädgårds- och jordbruksvetenskap

Effekter av jordens egenskaper och kvävegödsling på ekologiskt odlade trädgårdsblåbär

The effect of soil properties and nitrogen fertilizers on organically grown blueberries

Linnea Djurachkovitch



Självständigt arbete/Examensarbete/Kandidatarbete 15hp
Trädgårdsingenjörsprogrammet
Självständigt arbete vid LTJ-fakulteten, SLU
Alnarp 2012

Effekter av jordens egenskaper och kvävegödsling på ekologiskt odlade trädgårdsblåbär

The effect of soil properties and nitrogen fertilizers on organically grown blueberries

Linnea Djurachkovitch

Handledare: Siri Caspersen, SLU, Hortikultur

Examinator: Håkan Asp, SLU, Hortikultur

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Kandidatarbete i trädgårdsvetenskap

Kurskod: EX0495

Program/utbildning: Trädgårdsingenjörsprogrammet: odling

Examen: Trädgårdsingenjör

Ämne: Trädgårdsvetenskap

Utgivningsort: Alnarp

Omslagsbild: Linnea Djurachkovitch, blåbärsbuske i vintervila från ekologisk odling på Svensgård, Moheda

Serienamn: Självständigt arbete vid LTJ-fakulteten, SLU

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

Nyckelord: *Vaccinium corymbosum*, *Vaccinium angustifolium*, mullhalt, pH, organiska gödselmedel, jordförbättring, ammonium, nitrat

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för Landskapsplanering, Trädgårds- och Jordbruksvetenskap
Område Hortikultur

Förord

Att odla har länge varit ett intresse jag har, allt från citronkärnor i fönstret till kolonilottens försök till att anlägga en sparrissäng. Att odla i så stor samstämmighet med naturen som möjligt har också varit en självklarhet för mig och viljan att ge tillbaka mer än vad jag tar från naturen har vuxit mer och mer ju mer jag ser på världen omkring mig. Därför ser jag ekologisk odling som en möjlighet att komma närmare detta mål. Blåbär är också en spännande växt som är anspråkslös samtidigt som den är komplex i och med sitt samarbete med mykorrhiza-svamp. Den lär mig på ett sätt att jag inte kan kontrollera allt som jag sätter händerna till. En slags ödmjukhet inför livet och naturen som finns som en gåva runt omkring oss att förvalta. Det har varit spännande att ta reda på mer om hur jag kan bädda på bästa sätt för dessa fantastiska buskar med sina goda bär.

Jag vill tacka de människor som hjälpt mig och gjort detta arbete möjligt.

Tack Siri Caspersen, min handledare som alltid tagit mig vidare från den plats jag befunnit mig för tillfället och inte ordat om var jag borde ha varit. Tack för ditt tålamod.

Tack Kirsten Jensen, Länsstyrelsen i Västra Götaland, för all hjälp med idéer till examensarbetet. Tack för den tid du har givit för att besvara mina frågor och för kontakten med de till synes enda etablerade ekologiska blåbärsodlarna i Sverige. Må de snart bli fler.

Tack Solveig och Bosse Nilsson för en solig dag i ert kök då ni tog er tid att besvara alla mina frågor om allt mellan blåbär och höns.

Tack David, Jonatan och Ellinor för allt stöd hemma med allt från hejarop till middag på bordet.

Sammanfattning

Ekologisk odling av trädgårdsblåbär är möjlig och ofta fördelaktig då blåbär har krav på jorden och kvävetillförsel som lätt kan åtgärdas med ekologiska metoder. Odling av trädgårdsblåbär är tämligen nytt i Sverige och erfarenheterna är begränsade. Detta arbete har skrivits för att öka kunskaperna kring jordförhållanden, pH och kvävegödsling vid plantering och odling av trädgårdsblåbär.

Trädgårdsblåbär trivs i sura jordar med hög mullhalt och mår bra av organiska gödselmedel. För att göra odlingsplatsen mer passande för blåbär kan pH justeras till mellan 4.0-5.5 och mullhalten i en mineraljord kan med fördel höjas. Mullhalten kan ökas samtidigt som pH sänks genom jordförbättring med torv eller komposterad barrträdsflis eller bark. Behövs det en ytterligare pH-sänkning kan mineraliskt svavel användas. Detta kan antingen blandas i jorden eller lösas upp i vatten och vattnas ut. Vid användandet av ett kolrikt material som flis eller bark måste en ökad kvävegiva ges då den mikrobiologiska nedbrytningen av materialet gör kvävet otillgängligt för växterna.

En litteraturstudie har genomförts som visat att en bra markstruktur och markfukt samt en hög mullhalt är viktigare än att rätt andel makro- och mikronäringsämnen finns i marklösningen. Detta ger en ökad rottillväxt och en ökad yta för mykorrhizasvampar att kolonisera. Dessa båda faktorer förbättrar näringsupptaget och mykorrhiza kan dessutom skydda blåbär från skadliga halter av mangan och vissa metaller som annars kan vara faran med ett lågt pH. Flera försök och erfarenheter vittnar om att en hög mullhalt motverkar skadorna med ett högt eller lågt pH.

Vissa försök visar att ett lågt pH är viktigare än vilken kväveform som blåbären gödslas med. Vad detta beror på är osäkert men i en jord med lågt pH omvandlas organiskt bundet kväve till ammonium och förblir i denna form längre eftersom nitrifikationen hämmas i sura jordar. Blåbär klarar en blandning av båda former av kväve men tar upp ammonium mer effektivt och mår inte bra med enbart nitratkväve. Många organiska gödselmedel fungerar bra i blåbärsodling så länge pH-värdet kan hållas lågt.

Hur mycket kväve som behövs är olika på varje plats och ett bra redskap för att ta reda på rätt kvävemängd är bladanalys där kvävehalten bör vara mellan 1.7-2.1 % mitt i sommaren. För mycket kväve kan resultera i vinterfrostsador och reducerad skörd nästkommande år.

Summary

It is possible and often beneficial to grow blueberries organically because the soil and nitrogen demands of blueberries can easily be met with organic methods. Cultivation of blueberries is fairly new in Sweden and the experience is limited. This essay has been written for the purpose of increasing knowledge about soil conditions, pH and nitrogen fertilization at establishment and cultivation of blueberries.

Blueberries thrive in acid soils with high organic matter content and grow well with organic fertilizers. To make the growing location more suitable for blueberries, the pH can be adjusted to a value between 4.0-5.5 and a mineral soil will benefit from increased organic matter content. Organic matter content can be increased while pH is lowered by incorporation of peat or aged coniferous sawdust or bark. If further acidity is necessary mineral sulfur can be used. Sulfur can either be incorporated in the soil or be dissolved in water and distributed by the irrigation system. When using carbon-rich materials such as sawdust or bark, increased nitrogen fertilization is necessary to compensate for the decomposition of the material which makes the nitrogen unavailable to plants.

A literature study has been conducted and has shown that good soil structure together with good soil moisture and high organic matter content is more important than the correct proportions of macro- and micronutrients in the soil solution. This results in an increased root growth and an increased area for mycorrhizal fungi to colonize. These two factors improve nutrient uptake and mycorrhizae have the ability to protect blueberries from harmfully high levels of manganese and some metals that may otherwise be the case in acidic soils. Several trials and experience suggests that high humus content prevents the damage caused by either too high or too low pH.

Some trials show that a low pH is more important than the nitrogen fertilizer form blueberries receive. What causes this is uncertain, but in an acidic soil organically bound nitrogen is mineralized as ammonium and remains in that form for a longer time since low pH inhibits nitrification. Blueberries respond to a mixture of both ammonium and nitrate, but will use ammonium more efficiently and will not grow well with only nitrate nitrogen. Many organic fertilizers will perform well for blueberries as long as the pH can be kept low.

The amount of nitrogen which is needed is different for each location. To find out the right amount for each location a leaf analysis is a good tool. In the middle of summer the nitrogen level should be between 1.7-2.1 %. Too much nitrogen fertilization can lead to winter frost damages with a reduced harvest the next year.

Innehållsförteckning

FÖRORD	2
SAMMANFATTNING	3
SUMMARY	4
1 INTRODUKTION	6
1.1 Syfte.....	6
1.2 Mål.....	6
2 MATERIAL OCH METODER	7
3 RESULTAT	7
3.1 Jord, substrat och marktäckning.....	7
3.2 Kvävebehov och gödselmedel.....	10
3.2.1 Mineralisering	11
3.2.2 Organiska gödselmedel	11
3.2.3 Ammonium eller nitrat.....	13
3.3 pH.....	14
3.3.1 Substrat och jordförbättring för justering av pH.....	15
3.3.2 pH-reglerande tillsatser	16
3.3.3 Bevattningsvatten och pH	16
3.3.4 Gödselmedel och pH.....	17
3.3.5 Marktäckning som pH-justerare	17
3.4 Exempel från praktiken	17
3.4.1 Moheda sylt AB, Svensgård.....	17
4 DISKUSSION	18
REFERENSER	21

1 Introduktion

Trädgårdsblåbär eller odlade blåbär är samlingsnamn för några olika arter inom släktet *Vaccinium*, det släkte som våra svenska vilda blåbär tillhör. De arter som odlas är *Vaccinium corymbosum*; highbush, *V. angustifolium*; lowbush, *V. ashei*; rabbit eye, och olika hybrider mellan dessa arter (Nilsson 2011). De som övervintrar bra i vårt svenska klimat och som odlas här är främst *V. corymbosum* och *V. angustifolium* samt hybrider mellan dessa (Nilsson 2011). Trädgårdsblåbär är väl lämpade för ekologisk odling eftersom de är utsatta för färre skadegörare än många andra frukt- och bärslag (Kuepper & Diver 2004). De problem som uppstår kan ofta motverkas genom odlingsåtgärder och rätt sortval (Kuepper & Diver 2004). Blåbär har dessutom ett relativt litet behov av kväve varför organiska gödselmedel med fördel kan användas eftersom dessa frigör en mindre mängd kväve under lång tid (Kuepper & Diver 2004). Blåbär skiljer sig från många andra kulturväxter då de trivs på mullrika och näringsfattiga jordar, de föredrar ett lågt pH och kan ta upp ammoniumkväve på ett framgångsrikt sätt (Vano et al. 2011). Blåbär lever i symbios med erikoida mykorrhizasvampar som ger buskarna möjlighet att utnyttja peptider och aminosyror som kvävekälla (Hanson 2006). Användandet av oorganiska kvävegödselmedel tenderar att minska förekomsten av mykorrhiza och samma fenomen förekommer också då blåbär planteras på en plats där odling förekommit en längre tid (Hanson 2006). Den plats där buskarnas rötter bäst koloniserar av mykorrhiza är nybruten skogsmark (Hanson 2006).

Att trädgårdsblåbär trivs bäst i jordar med låga pH-värden är väl dokumenterat (Rosen et al. 1990, Mercik & Sosulski 1997, Yadong et al. 2006) I ekologiska grönsaksodlingar där stallgödsel och grönmassa används som gödselmedel stiger pH-värdet ofta över tid (Båth & Winter 2007). Vid högre pH än 5.5 ökar risken för brist på flera mikronäringsämnen (Magnusson 2003). Vilket pH-värde som anses vara optimalt varierar i olika försök och artiklar och vilka faktorer det är som påverkar detta undersöks i detta arbete.

Trädgårdsblåbär svarar ofta positivt till kvävegödsling men rekommendationerna för hur mycket kväve som kan distribueras per hektar och år kan vara allt mellan 20kg (Kuepper & Diver 2004) till 140kg (Hanson 2006, Nilsson 2011). Vad det är som påverkar vilken kvävemängd som krävs och hur man kan ta reda på det för varje enskild plats kommer här att undersökas.

Odling av trädgårdsblåbär är i Sverige ganska nytt och kunskaperna om hur det skall gå till på bästa sätt är begränsade. Rekommendationerna vid etablering är ofta att gräva diken som fylls med torv där buskarna sedan planteras (Nilsson 2011). Detta fungerar men är en dyr kostnad för odlaren. Mer fördelaktigt vore att plantera buskarna på platser som naturligt är sura, har hög mullhalt och god markfuktighet. De olika förutsättningar som jorden behöver ha för en lyckad blåbärsodling diskuteras i detta arbete.

1.1 Syfte

Att öka kunskaperna kring jordförhållanden, pH och kvävegödsling vid plantering och odling av trädgårdsblåbär.

1.2 Mål

Att sammanställa aktuell litteratur angående bästa möjliga markförutsättningar med avseende på struktur, mullhalt och pH för en ekologisk blåbärsodling. Att ta reda på faktorer som påverkar kvävegödslingens mängd samt ge exempel från befintlig odling.

2 Material och metoder

För att hitta de svårigheter och utmaningar som svensk ekologisk blåbärsodling står inför idag gicks en sammanfattande rapport från Tillväxt trädgård igenom. Inom projektet ”Hallon och nya bär” har Thilda Nilsson, HIR Malmöhus och Birgitta Svensson, Sveriges Lantbruksuniversitet skrivit rapporten: Blåbärsodling i Sverige – nu och i framtiden (Nilsson & Svensson 2012). Den sammanfattar odlarnas, rådgivarnas och forskarnas tankar om blåbärsodling i Sverige och de svårigheter som finns. Där nämns inte ekologisk odling i någon större utsträckning utan mitt eget intresse har fått styra inriktningen på examensarbetet.

Litteratur har sökts både på Web of Knowledge och inom populärvetenskaplig litteratur. En odlingsbeskrivning från USA för ekologisk odling av blåbär har använts (Kuepper & Diver 2004). Sökord som använts har varit: organiska gödselmedel, ammonium, nitrat och pH. Frågeställningen var från början lite mer inriktad på hur pH påverkade nedbrytning av organiskt material och vid vilken tidpunkt gödslingen då bör ske med utgångspunkt från behovet hos blåbär. Vilka gödselmedel som med fördel kunde användas i detta odlingssystem var också en viktig fråga. Allt eftersom litteraturen gick igenom ändrades innehållet mer till att fokusera på jordens egenskaper och mullhaltens och pH-värdets betydelse i förhållande till varandra.

Rådgivare har kontaktats för att finna ekologiska odlare i Sverige men det är inte många som känner till några som har hållit på ett tag. En gård i Småland kunde nosas upp och det var Moheda Sylt AB. Ågarna Bosse och Solveig Nilsson besöktes och en semistrukturerad intervju genomfördes för att få en rik bild av gården och odlingssystemet. En rundvandring på företaget gjordes också.

3 Resultat

3.1 Jord, substrat och marktäckning

Blåbär trivs i en genomsläpplig jord med ett lågt pH-värde och hög mullhalt (Nilsson 2011). Mullhalten bör vara 3 % men gärna högre (Nilsson 2011). En hög andel organiskt material i jorden frigör näring vid nedbrytandet och ökar jonbyteskapaciteten och buffrar därför jorden mot snabba förändringar i pH och ledningstal (Nielsen et al. 2009). För att uppnå rätt förhållande vid plantering kan organiskt material tillföras och en justering av pH ske genom antingen kalkning eller tillförsel av svavel (Nilsson 2011). Rötterna är grunda och är känsliga för uttorkning men de klarar inte heller av att stå i vatten (Nilsson 2011). En jämn bevattning och marktäckning är därför goda förutsättningar för blåbärsbuskarna. Jordförbättring genom torv, barkflis eller sågspån ger i vanliga mineraljordar bättre markstruktur och dränering.

Torv som odlingssubstrat har ofta gett goda resultat. Torv har en god vattenhållande förmåga samt god porositet som ger rötterna luft. Barrträdfelis jämfördes med torv och stallgödsel och med torv, stallgödsel och svavel som substrat och fruktkvaliteten mättes efteråt (Iancu et al. 2010). Torv och stallgödsel med eller utan svavel gav bättre frukt kvalitet än barrträdsflis i alla mätta kriterier medan torv, stallgödsel och svavel gav högst askhalt, sockerinhåll, fosforinhåll och kaliuminhåll i bären (Iancu et al. 2010, Tabell I). Den mängd som användes var 5kg torv och 5kg stallgödsel samt 40g svavelpulver per buske. Inget annat gödselmedel användes och detta kan ha påverkat resultatet. I ett kinesiskt försök med olika substrat visade det sig att mossa och torv var de bästa substraten (Yadong et al. 2006, Tabell I). Mossa ihop med torv gav i försöket bäst tillväxt, mest fotosyntes i bladen och högst halt av järn, kalcium och koppar i bladen. De buskar som växte i mossa hade mest rötter som var koloniserade av mykorrhizasvamp jämfört med övriga jordförbättringsmedel (Yadong et al.

2006). Att torv ger ett gott resultat som odlingssubstrat understryker Xie & Wu (2009) som jämfört en mängd olika substrat och kombinationer av substrat. Den gemensamma nämnaren för ett lyckat substrat var att en hög porositet kombinerades med en försurande effekt och detta gav blandningarna torv/perlit/sand och torv/perlit/trädgårdsjord (Xie & Wu 2009).

Vano et al. (2011) beskriver att i försök med torv och sågspånskompost som jordförbättringsmedel i en brunjord där tilläggs gödsling skedde med ammoniumsulfat gav de olika jordförbättringsmedlen bra resultat men sågspånskomposten var allra bäst (Tabell I). Sågspånskomposten bestod av komposterat avloppsslam som var uppblandat med sågspån och denna behandling gav störst tillväxt räknat i torrsvikt och högst skörd för *V. ashei* 'Tifblue' under första året. Ju större porer substratet hade desto högre torrsvikt fick rötterna och läckaget av kväve minskade vid jordförbättring med både torv och med sågspånskompost jämfört med ingen jordförbättring (Vano et al. 2011). Även plantornas kväveupptag ökade med jordförbättringen jämfört med kontrollen utan jordförbättring (Vano et al. 2011). Att sågspånskompost fungerade bättre än torv i detta fall tros bero på det höga näringsinnehållet i avloppsslammet (Vano et al. 2011).

Vid jämförandet av färsk tallbark, gammal tallbark och torv blandades 3.8 liter jordförbättring i 20×45×30 (djup, längd, bredd) stora planteringshål (Odneal & Kaps 1990). Ingen signifikant skillnad kunde påträffas i buskarna gällande tillväxt men det fanns en tendens till att de buskar som vuxit i barken fick en större tillväxt i längd, bredd och nya skott samt högre skörd (Tabell I). En bladanalys visade att näringsämnen fanns i acceptabel halt i alla behandlingar. En brist på Cu och B fanns hos alla behandlingar. En kvävebrist vid behandlingarna med bark var förväntad eftersom Kol/Kväve kvoten är högre än hos torv och mycket riktigt var kvävehalten i bladen lägst hos de buskar som vuxit i färsk bark men de var ändå inom acceptabla nivåer (Odneal & Kaps 1990). Substraten innehöll olika andelar näringsämnen men den skillnaden visade sig inte i bladanalysen (Odneal & Kaps 1990). Detta försök visade att trots att jordförbättringsmedlen i sig själva inte innehöll tillräckligt av de näringsämnen som blåbär behöver medförde själva strukturförbättringen att busken lättare tog upp det den behövde från marken (Odneal & Kaps 1990).

Tabell I: Effekter av olika jordförbättringsmedel på egenskaper hos blåbär

Material	Jord	Tillväxt av skott	Fruktkvalitet	Skörd	Näringsstatus i skott	Mykorrhizaförekomst	Källa
5kg torv + 5kg stallgödsel	Alluvial med dålig dränering och låg humushalt		++				Iancu et al. 2010
10kg Barrträdfli	Alluvial med dålig dränering och låg humushalt		-				Iancu et al. 2010

++ signifikant positiv skillnad, + bättre än kontroll, 0 ingen skillnad från kontrollen, - sämre än kontrollen, ej ifyllt fält betyder att uppgift saknas

Material	Jord	Tillväxt av skott	Fruktkvalitet	Skörd	Näringsstatus i skott	Mykorrhizaförekomst	Källa
5kg torv + 5kg stallgödsel + 40g svavel	Alluvial med dålig dränering och låg humushalt		+				Iancu et al. 2010
3.8 liter torv + 0.32kg svavel/m ²	Siltig lera	+		+	+		Odneal & Kaps 1990
3.8 liter färsk tallbark + 0.32kg svavel/m ²	Siltig lera	Tendens till högre tillväxt		Tendens till högre skörd	+		Odneal & Kaps 1990
3.8 liter gammal tallbark + 0.32kg svavel/m ²	Siltig lera	Tendens till högre tillväxt		Tendens till högre skörd	+		Odneal & Kaps 1990
1kg svavel/m ³ torv	Siltig lera	+				+	Yadong et al. 2006
1kg svavel/m ³ + mossa	Siltig lera	++				++	Yadong et al. 2006
1kg svavel/m ³ + Sågspån	Siltig lera	-				++	Yadong et al. 2006
1kg svavel/m ³ + Drank	Siltig lera	+					Yadong et al. 2006
1kg svavel/m ³ + Sand	Siltig lera	-				0	Yadong et al. 2006
1kg svavel/m ³ + mossa + torv	Siltig lera	++				++	Yadong et al. 2006
1kg svavel/m ³ + Torv + sågspån	Siltig lera	+				0	Yadong et al. 2006

++ signifikant positiv skillnad, + bättre än kontroll, 0 ingen skillnad från kontrollen, - sämre än kontrollen, ej ifyllt fält betyder att uppgift saknas

Material	Jord	Tillväxt av skott	Fruktkvalitet	Skörd	Näringsstatus i skott	Mykor-rhizaförekomst	Källa
2kg svavel/m ³	Siltig lera	++				+	Yadong et al. 2006
20liter sågspåns-kompost + ammonium sulfat + 200g järnsulfat	Brunjord	++		++	0		Vano et al. 2011
20liter torv + ammonium sulfat	Brunjord	++		+	0		Vano et al. 2011

++ signifikant positiv skillnad, + bättre än kontroll, 0 ingen skillnad från kontrollen, - sämre än kontrollen, ej ifyllt fält betyder att uppgift saknas

Att öka jordens innehåll av organiskt material genom jordförbättring är för perenna grödor begränsad till tiden före plantering (Nielsen et al. 2009). Därför kan jordförbättring i växande kultur ske genom marktäckning av organiskt material. Detta ger inte bara en högre mullhalt utan kan också hämma ogräsförekomst, förbättra jordens vattenhållande förmåga och förminska förekomsten eller aktiviteten hos markburna växtpatogener (Nielsen et al. 2009). Vilket material man använder som marktäckning påverkar också näringsförhållandena i marken. Nielsen et al. (2009) har i en sammanfattande artikel om ekologisk frukt- och bärödling i Kanada jämfört olika täckmaterial i äppelodling. De material som jämförs är: ingen täckning, alfalfa, rivet papper och svart plast (Nielsen et al. 2009). Den högsta skörden kunde hämtas från de träd där rivet papper användes som marktäckning medan den högsta andel fosfor och kalium fanns i jorden som täcktes med alfalfa (Nielsen et al. 2009). En täckning med svart plast gav en minskning av jordens innehåll av fosfor och kalium jämfört med ingen täckning alls (Nielsen et al. 2009). Trots att skörden påverkades hos äpple stöder flera författare uppfattningen om att en god markstruktur med rätt fuktighet och porositet, som en organisk jord ger, är viktigare för blåbär än makronäringsförhållanden (Smolarz & Mercik 1989, Odneal & Kaps 1990).

Vid marktäckning med exempelvis bark eller sågspån kan betydande mängder kvävegödsling behövas för att kompensera för mikrolivets behov av kväve för nedbrytning av marktäckningsmaterialet (Hanson 2006, Nielsen et al. 2009). Hur mycket kväve som immobiliseras i förhållande till Kol/Kväve kvoten är inte helt känt (Hanson 2006).

3.2 Kvävebehov och gödselmedel

Näringsrekommendationerna för blåbär varierar från allt mellan 20-140kg kväve per hektar och år (Kuepper & Diver 2004, Hanson 2009, Nilsson 2011). Den optimala kvävegivan är unik för varje plats (Hanson 2006). Ett försök i en mullfattig jord i Polen visade att en kvävegiva på 50-100kg/ha gav bäst tillväxt och skörd det andra året efter plantering (Smolarz & Mercik 1989). Det första året efter plantering gav de ogödslade plantorna mest skörd

medan de mest gödslade gav flest nya skott (Smolarz & Mercik 1989). De mest gödslade plantorna (150kg N/ha) skadades mest under vintern och utslaget över försökets tre år var 50-100kg N/ha det bästa alternativet (Smolarz & Mercik 1989). För mycket kvävegödsling försenar blåbärens utveckling av köldtålighet på hösten och vintern. Detta gör dem känsliga för bakterieangrepp orsakad av *Pseudomona syringae* som är en åkomma av ekonomisk betydelse i Kanada (Nielsen et al. 2009).

Näringsbehovet beror bland annat på substrat, marktäckning, mullhalt (Nilsson 2011), jordens egenskaper och odlingsåtgärder före plantering (Hanson 2006). Därför bör gödslingsberäkningen ske med tanke på jordtyp, odlingsystem, jord- och bladanalyser, sorter och odlings ålder för att anpassa den till den aktuella platsen och odlingsystemet (Nilsson 2011). Ett bra redskap för att ta reda på den aktuella platsens optimala kvävegiva är bladanalys där kvävehalten mitt i sommaren bör ligga mellan 1.7-2.1% (Hanson 2006). En högre kvävegiva kan också krävas då marktäckning med exempelvis bark eller sågspån skett. Detta för att kompensera för det kväve mikrolivet använder vid nedbrytandet av materialet (Hanson 2006). Miller et al. (2006) rekommenderar en ökning av kvävegivan med 50-100 % när marktäckning med sågspån används.

Kväveupptaget sker främst i maj och juni enligt Nilsson (2011) medan Hanson (2006) säger att det sker mellan blomning och skörd. Men ett kväveupptag fram till bladfällningen på hösten kan fylla på kvävereserverna och gynna den tidiga vårväxten året därpå (Hanson 2006). I flera odlingsbeskrivningar rekommenderas ingen gödsling efter skörd eller från mitten av juli på grund av att en kraftig tillväxt på hösten ger ökad risk för frostsador under den kommande vintern (Kuepper & Diver 2004, Heart et al. 2006). Hanson & Retamales (1992) har dock i försök sett att en uppdelad kvävegödsling, där hälften av årsbehovet ges vid knoppsprickning och den andra hälften ges vid slutet av blomningen gett en ökad skörd med 10 %. Här var det 70kg oorganiskt kväve per hektar som användes i en jord med hög mullhalt och hög jonbyteskapacitet (Hanson & Retamales 1992). En utspridd gödsling har gett bättre resultat än att ge hela årets kvävegiva vid ett eller två tillfällen på säsongen och gödselmedel med kontrollerad frigörning har inte varit bättre än gödsling i droppbevattningen (Hanson 2006).

3.2.1 Mineralisering

Vid gödsling med organiska gödselmedel är det viktigt att veta när näringsämnen blir tillgängliga för växterna. Det är bra att veta att mycket av kvävet inte frigörs för sent på hösten då buskarna skall vintra in till exempel. Att beräkna hur snabbt de organiskt bundna näringsämnen blir tillgängliga görs bäst genom att titta på Kol/Kväve kvoten (Nielsen et al. 2009). En hög andel kol i förhållande till kväve ger en långsam mineralisering medan en lägre andel kol ger en snabbare mineralisering. Många uträkningar på hur snabbt mineraliseringen går är baserat på att gödselmedlet blandas in i jorden och vid enbart marktäckning borde det ta längre tid (Nielsen et al. 2009). Eftersom mineraliseringen också är beroende av tillgång till vatten borde också bevattningstekniken påverka takten på mineraliseringen. En marktäckning som blir genomvåt med sprinklerbevattning borde brytas ner snabbare än en med droppbevattning där endast en del av marken blir fuktad (Nielsen et al. 2009). Här finns det behov av mer forskning för att veta helt säkert (Nielsen et al. 2009).

3.2.2 Organiska gödselmedel

Att hitta ett organiskt gödselmedel som frigör näring i samma takt som grödan är svårare med blåbär än med exempelvis äpple eftersom blåbär har ett krav på lågt pH och låga ledningstal

(Nielsen et al. 2009). Vid nyplantering har *V. ashei* visat sig vara känsliga för lättillgängliga näringsämnen och försök med oorganiska gödselmedel har gett svåra plantskador vid etablering (Marshall & Spiers 2009). Ingen gödsling eller långsamt mineraliserande gödselmedel rekommenderas under det första året (Marshall & Spiers 2009). Däremot gav en dosering av hönsnötsel (3.7-9.3-5.0) på högst 4.4 liter/1.5 sträckmeter god tillväxt hos *V. ashei* om buskarna planterades inom fyra månader efter gödslingen (Marshall & Spiers 2009). Men ingen gödsling det första året gav lika goda resultat (Marshall & Spiers 2009).

För unga blåbärsplantor i plantskolor är däremot kvävebehovet mycket högt och det är viktigt med en jämn tillförsel redan när sticklingar får sina första rötter (Miller et al. 2006). Då är organiska gödselmedel svåra att använda eftersom det är svårt att kontrollera takten på mineraliseringen och balansen mellan näringsämnena (Miller et al. 2006).

Vid försöksodling av *V. angustifolium* i USA jämfördes fyra olika organiska gödselmedel med det inom konventionell odling vanligt använda diammoniumfosfat (Smagula & Fastook 2009). Buskarna hade brist på kväve och fosfor före försöket och behandlingen med 67kg N/ha diammoniumfosfat och behandling med det organiska gödselmedlet Pro-Holly ökade plantornas upptag av kväve och fosfor till önskade nivåer (Smagula & Fastook 2009). Tillväxten och skörden av bär var också bättre hos de buskar som gödslats med Pro-Holly och diammoniumfosfat än kontrollen. De övriga behandlingarna gav ingen signifikant skillnad jämfört med kontrollen utan något gödselmedel (Smagula & Fastook 2009). Gödselmedlet Pro-Holly tillverkas av North Country Organics och innehåller enligt produktbladet benkol, chilesalpeter, svavel i grundform, kalciumkarbonat, hönsnötsel, fjädermjöl och råsaltet kainit ($\text{MgSO}_4 \cdot \text{KCl} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) (North Country Organics 2012). Det har ett N-P-K-förhållande på 4-6-4 och 1.39% av det totala kväveinnehållet är i början tillgängligt i form av NO_3^- medan <0.01 % av det tillgängliga är i form av NH_4^+ (Smagula & Fastook 2009). Chilesalpeter är inte tillåtet i KRAV-certifierad odling och en diskussion om detta ämne förs också i USA. Därför tillverkar North Country Organics vid beställning detta gödselmedel även utan denna ingrediens. Eftersom Smagula & Fastook (2009) inte nämner detta antas det att det är det gödselmedel som innehåller chilesalpeter som används i försöket.

I ett växthusförsök i Chile jämfördes organiska gödselmedel med oorganiskt gödselmedel (Montalba et al. 2010). Det organiska gödselmedlet bestod av kompost, blodmjöl och malda baljväxter medan det oorganiska bestod av ammoniumsulfat, trippel superfosfat och kaliumsulfat. Blåbären fick en kvävegiva på 60kg/ha eller 15g/planta över hela säsongen. Man ympade in sporer av svampen *Fusarium solani* som ger sjukdomen vissnesjuka och efter säsongen mätte man angreppsgrad, mykorrhizaförekomst, mikrobiell aktivitet och halt antioxidanter i bladen. Vid avslutet kunde man konstatera att 5 % av plantorna som fått organiskt gödsel insjuknat i vissnesjuka medan siffran för plantorna som gödslats med oorganiska gödselmedel var 30 %. Innehållet av näringsämnen i bladen och skott- och rottillväxt var samma mellan behandlingarna men den mikrobiella aktiviteten, kolonisationen av mykorrhiza och halten antioxidanter i bladen var större hos de plantor som gödslats med organiska gödselmedel (Montalba et al. 2010). Det tros vara kvävekällan som är orsak till skillnaderna. Kväve från ett organiskt ursprung verkar hämmande på svampsjukdomen vissnesjuka orsakad av *F. solani* (Montalba et al. 2010). För mycket kvävegödsling som orsakar riklig bildning av nya blad på våren och hög koncentration av kväve i bladen kan även göra vävnaderna mottagliga för svampen *Botrytis cinerea* (Nielsen et al. 2009).

Nielsen et al. (2009) skriver att gödsling med kompost kan vara svårt eftersom kompost ofta har ett högt pH och höga ledningstal som blåbär är känsliga för men det finns många försök som visat goda resultat med kompost som gödsling.

Vid ett amerikanskt försök beskrivet av Panicker et al. (2009) i en tung jord blandades tallbark ner i rader där *V. ashei* 'Tifblue' planterades och marktäcktes med tallbarr. De organiska gödselmedlen kogödsel och maskkompost jämfördes med traditionell oorganisk N-P-K och resultatet var en signifikant högre tillväxt, skörd och antocyaninnehåll i bären hos de buskar som fick maskkompost som gödselmedel (Panicker et al. 2009). Läckaget av kväve var inte heller lika stort i den jord som gödslats med organiska gödselmedel än den med traditionellt N-P-K (Panicker et al. 2009). Användandet av kommunalt kompostavfall till *V. ashei* gav lika goda odlingsresultat som med konventionellt gödselmedel (Warman et al. 2004). Skördarna och näringsinnehållet i bladen var lika över alla behandlingar inklusive behandlingen utan något gödselmedel men en ökad näringstillgänglighet i jorden visar att en längre användning av kompost som gödselmedel kan bidra med positiva skördar under de år som följer (Warman et al. 2004). Värt att notera är att trots att komposten innehöll både bly, kadmium, koppar, zink, krom och nickel så kunde inte dessa ämnen hittas i bladanalysen och antogs inte ha tagits upp av blåbären (Warman et al. 2004). I ett annat försök med *V. ashei* jämfördes de olika gödselmedlen kycklinggödsel, kogödsel, svingödsel, sågspån, urea och vanligt N-P-K. Där blev skillnaderna i skörd efter två år inte signifikanta för någon av behandlingarna jämfört med kontrollen utan gödsling och de tillgängliga näringsämnen enligt jordanalysen speglades inte i de näringsämnen som sågs i bladanalysen förutom med just fosfor (Warman 1985).

Den naturliga ståndort där blåbär växer har oftast låg jonbyteskapacitet och lågt lerinnehåll (Sanderson et al. 1995). Därför behöver odlingar i sådana jordar ofta gödglas med Ca för att inte tillväxten skall begränsas. Kalk är ett vanligt kalciumgödselmedel men det verkar pH-höjande och därför kan gips användas istället. Gips är mer lösligt än kalk och ger ett stabilt eller sänkt pH-värde (Sanderson et al. 1995). Ett kanadensiskt försök med gödsling med gips i odling av *V. angustifolium* gav goda resultat (Sanderson et al. 1995). Gips ströddes ut på jordytan sent i maj och skördenivå, fruktkvalitet och näringsstatus i bladen mättes. En gödsling med 4-6kg gips/ha gav under första året en ökning av Ca, S och K i bladen samt en 47 % högre skörd än utan gödsling. Storleken på bären, längd på skott eller antal skott påverkades inte av gipsgödslingen (Sanderson et al. 1995). En upprepad gödsling varje år skulle krävas för att upprätthålla de goda resultaten (Sanderson et al. 1995).

3.2.3 Ammonium eller nitrat

I många odlingsbeskrivningar kan man läsa att blåbär föredrar kväve i form av ammonium framför nitrat. Det verkar som om ammonium tas upp och används mer effektivt än nitrat (Kuepper & Diver 2004). Många försök har utförts där man jämfört dessa två kvävekällor. Rosen et al. (1990) utförde ett hydroponiskt försök där blåbär och tranbär odlades i näringslösningar som antingen innehöll enbart nitratkväve ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$), enbart ammoniumkväve ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) eller en blandning av ammoniumkväve och nitratkväve (NH_4NO_3). Kalcium och svavel justerades i de blandningar där de tillfördes med kvävet så att de nivåerna var lika i alla lösningar. Ett nitrifikationshämmande medel användes i lösningen som byttes var fjortonde dag och pH justerades varje dag. Rosen et al. (1990) redovisar att hybridblåbäret *V. corymbosum* × *V. angustifolium* 'Northblue' reagerade mer på lösningens pH-värde än på kväveform. Tillväxten var lika god för de olika kväveformerna men det fanns en tendens till att skotten var längre i lösningen som hade en blandning av ammonium och nitrat. Skotten som växte i pH 4.5 var vid försökets avslut cirka tre gånger så långa som de

som vuxit i pH 6.5 (Rosen et al. 1990). En teori till varför blåbär visat god respons till nitratkväve i detta försök är enligt Rosen et al. (1990) att klonerna hade selekterats fram på ett fält som naturligt hade mycket nitratkväve vilket gynnat de växter som utvecklat en strategi för att ta upp nitrat.

Blåbären i Takamizo & Sugiyamas försök (1991) visar liknande resultat där en blandning av NH_4^+ och NO_3^- gav högst torrsubstanshalt hos *V. corymbosum*. Där gav också en stigande andel NH_4^+ i näringslösningen en lika stigande halt av klorofyll och av kväve i bladsaften och i vävnaderna (Takamizo & Sugiyama 1991). Man kunde däremot se att vid enbart NO_3^- som kvävekälla visade skotten kloros och vid enbart NH_4^+ och vid höga halter av NH_4^+ visade skotten bladbränna (Takamizo & Sugiyama 1991).

Peterson et al. (1988) genomförde försök med *V. corymbosum* som odlades i näringslösning med olika halter av nitratkväve ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$) och ammoniumkväve ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$). I de lösningar som inte skulle innehålla antingen nitratkväve eller ammoniumkväve fanns det ändå spår av de formerna vid mätning. Likaså var halten uppmätt kväve vid försökets början lägre än den kvävemängd som verkligen tillförts. Detta tyder på att nitrifikation, denitrifikation och kväveförluster till luften förekom under försökets gång. Resultatet som Peterson et al. (1988) redovisar är att de skott som fick enbart ammoniumkväve hade dubbelt så god tillväxt i storlek och torrsubstans jämfört med de skott som enbart fått nitratkväve. De behandlingar som fått en blandning av de olika kväveformerna hade den allra högsta torrvikten i skotten och näst högsta torrvikten i rötterna men skillnaderna i rötternas torrsvikt var inte signifikant mellan behandlingarna (Peterson et al. 1988). Blåbärsskotten tog upp ammoniumkväve mycket snabbare än nitratkväve och i två behandlingar där 90 gram kväve tillförts av antingen ammonium eller nitrat var enbart 25 % av nitratkvävet förbrukat efter elfte veckan medan ammoniumkvävet helt tagit slut (Peterson et al. 1988). I de behandlingar där båda kväveformerna förekommit fördröjdes förbrukningen av kvävet med en vecka i jämförelse med dem som fått enbart ammonium (Peterson et al. 1988). En ökad halt av nitratkväve medförde också en ökad halt av fosfor, kalcium och mangan i rötterna medan en ökad halt av ammoniumkväve ökade halten av fosfor och svavel i skott och rot och järn i skotten (Peterson et al. 1988).

De olika resultaten i diverse försök förklarar Hanson (2006) med att det kan relateras till hur pH-justeringar och järnnivåer sköttes i de olika försöken. När blåbärrötter tar upp NO_3^- tenderar pH kring rötterna att öka då OH^- från rötterna ersätter NO_3^- i marklösningen (Hanson 2006). Det omvända gäller vid upptag av NH_4^+ då rötterna utsöndrar H^+ och försurar området i direkt närhet till rötterna (Hanson 2006). Ett ökat pH-värde i den omedelbara rotzonen kan medföra utfällningar av järn och mangan men huruvida detta sker i en buffrande jord är inte känt (Hanson 2006).

3.3 pH

Mätningar av pH kan ske på olika sätt. Man kan mäta pH (H_2O) eller pH (CaCl_2). Värdena skiljer sig med ca 0.6-0.8 där CaCl_2 ger det lägre värdet (White 2006). Eftersom det skiljer sig en del är det viktigt att ange vilken mätmetod som använts (Schmid et al. 2009). Vid mätningar av substrat antas pH (CaCl_2) ge det mest relevanta värdet för växterna (Schmid et al. 2009). Där mätmetoden inte anges är det alltså okänt och kan vara upp till 0.8 enheter lägre eller högre med den andra mätmetoden.

Det rapporterade optimala pH-värdet för trädgårdsblåbär varierar med olika författare men ligger oftast mellan 4.0 och 5.5 (Schmid et al. 2009, Iancu et al. 2010, Nilsson 2011). Vid pH-

värden nämnvärt högre än 5.5 visar buskarna ofta symptom på järnbrist (Kuepper & Diver 2004) och många andra mikronäringsämnen blir då svårtillgängliga för växterna (Magnusson 2003). Kuepper & Diver (2004) skriver också att ett pH under 4.8 kan medföra skadligt höga halter av mangan. De fortsätter med att förmedla att buskarna i vilket fall inte presterar bra i pH som understiger 4.8 eller överstiger 5.2. Detta begränsar möjligheten att odla blåbär i många regioner där marken har ett neutralt eller alkaliskt pH-värde. Mercik & Sosulski (1997) å sin sida påstår att ett pH över 4.5 reducerar tillväxten på blåbär. Det optimala pH-värdet i jorden är olika beroende på jordtyp (Schmid et al. 2009). En sandig lerjord gav bäst tillväxt vid ett pH-värde på 5.2 medan samma jord med torvinblandning gav bäst tillväxt vid pH 4.8 (Schmid et al. 2009). Vid odling i tallspån gav pH (H₂O) 4.23 och pH (CaCl₂) 3.81 högst klorofyllhalt i blad hos *V. corymbosum* (Schmid et al. 2009). En hög mullhalt skulle kunna tänja på gränserna för det kritiska pH-värdet både uppåt och neråt. Mulljordar kan ha pH-värden på runt 4 utan att manganskador uppstår (Magnusson 2003). Det finns exempel på ekologiska odlingar med en mycket hög mullhalt i jorden som fungerar väl trots att de har pH-värde 6.0 (Kuepper & Diver 2004). Mercik & Sosulski (1997) bekräftar detta i sina försök där olika humushalter och olika pH-värden för blåbär jämfördes. De pH-värden som jämfördes var 4, 5 och 6. Det lägsta pH-värdet var den största faktorn för god tillväxt men vid högre mullhalt var inte skadorna av ett för högt pH lika tydliga (Mercik & Sosulski 1997).

Vid pH-värden under 5 förblir kvävet i ammoniumform en längre tid eftersom nitrifikationen saktar ner vid låga pH-värden (Schmid et al. 2009). Detta förklarar varför det är extra viktigt att ha låga pH-värden vid ekologisk odling då allt kväve kommer från organiska föreningar och är beroende av mineralisering (Schmid et al. 2007).

Vid användandet av konstgödselmedlet ammoniumsulfat sker en sänkning av jordens pH-värde medan användandet av organiska gödselmedel snarare medför en ökning av pH (Magnusson 1999). I ett fältförsök i Schweiz visade Suter et al. (2010) att en sänkning av pH påverkade både tillväxten och skördeutbytet positivt hos *V. corymbosum* i högre utsträckning än vad odlingssystemen påverkade (Suter et al. 2010). Trots likadana gödselgivor mellan behandlingarna var det sänkningen av pH som gav bäst resultat (Suter et al. 2010). Sänkningen till ett pH på 4.3 skedde med 30g svavel per planta och år (Suter et al. 2010). När pH sjunker ökar koncentrationen av P, K och Mn i bladen medan koncentrationen av Mg minskar (Sanderson et al. 1995).

3.3.1 Substrat och jordförbättring för justering av pH

Att en hög mullhalt är bra i blåbärsodling har redan nämnts men substratet eller jordförbättringsmedlet kan också användas till att sänka pH på naturlig väg. Torv är bra på många sätt och bland annat har den ett naturligt lågt pH och kan blandas i jorden vid plantering av blåbärsbuskar. Men även spån och bark kan användas och då är barrträd att föredra för sin försurande effekt men även ek har använts (Schmid et al. 2009). Färsk eller gammal tallbark kan ersätta torv som jordförbättringsmedel och har då också visat en motverkan i tyngre jordar mot svampsjukdomen *Phytophthora* (Odneal & Kaps 1990). Vid försök har odling av blåbär i Schweiz i en jord som hade pH 7.2 varit möjlig då torv och hyvelspån tillförts i rotzonen (Schmid et al. 2009). Mossa och torv som jordförbättrare gav ihop med 1kg svavel/m³ ett pH på 4.59 i en mineraljord som tidigare hade pH 7.14 (Yadong et al. 2006). Samma svavelmängd fast med sågspån som organiskt material gav pH-värde 5.83 (Yadong et al. 2006). Torv och sågspån som jordförbättring sänker pH men när sågspånen förmultnar stiger pH igen (Xie & Wu 2009).

Torv och spån jämfördes och tillväxten hos buskarna var bäst de första tre åren i torven men buskarna som växte med spån som jordförbättrare var ikapp under det femte året (Schmid et al. 2009). Här tillfördes ingen kvävegödsling och det var det som resultatet antogs bero på då nedbrytningen av spånet tog det tillgängliga kvävet i anspråk under den första tiden (Schmid et al. 2009).

Att barrträd och främst tall lämpar sig bäst visade Schmid et al. (2009) där färskt och gammalt spån av olika trädslag jämfördes. Tallspånen sjönk inte ihop i lika stor utsträckning som lövträdspån (Schmid et al. 2009). Humlebaggens larver, *Trichius fasciatus*, lever av murket lövträ och har setts äta på blåbärsrötter då lövträspån använts som substrat (Schmid et al. 2009). Detta var inget problem vid användandet av tallspån.

Färska hyvel- eller sågspån stiger mycket i pH under de första sex månaderna och i ett Schweiziskt försök ökade pH-värdet hos ekspån från 2.6 till 6.5 på sex månader (Schmid et al. 2009). Vid försökets tredje, fjärde och femte år låg pH-värdet hos ekspån och tallspån på ett medelvärde på 5 (Schmid et al. 2009). Vid användandet av färska spån kan en extra kvävegiva ge bättre tillväxt och skörd då nedbrytningen av spån immobiliserar det tillgängliga kvävet (Suter et al. 2010, Yadong et al. 2006).

3.3.2 pH-reglerande tillsatser

För att sänka jordens pH före plantering kan vinäger eller citronsyra användas (Kuepper & Diver 2004). Men det vanligast använda ämnet är svavel (Kuepper & Diver 2004). Syrorna kan tillföras som topdress under plantorna eller vattnas ut i bevattningsvattnet (Kuepper & Diver 2004). Att sänka jordens pH med svavel gav mer än två kilo mer bär per planta än behandling med citronsyra (Schmid et al. 2009). Citronsyrabehandlingen gav ingen signifikant skillnad i skörd jämfört med ingen behandling alls. Ämnena tillfördes i sådan mängd att en likvärdig försurningseffekt skulle uppnås. En mängd av 30g svavel per planta sänkte pH från 5.5 till 4.2 medan 131g citronsyra inte sänkte pH alls. Anledningarna till de skilda resultaten antas vara en högre förångning eller snabbare urlakning av citronsyra (Schmid et al. 2009). Att tillsätta 4-6 ton gips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) per hektar sänkte pH med 0.2-0.5 enheter i försök i Kanada (Sanderson et al. 1995). Efter en säsong var pH-värdet åter uppe på det tidigare värdet varför en upprepad behandling krävs (Sanderson et al. 1995). Träättika som är en restprodukt vid träkolsproduktion användes som pH-sänkande ämne i ett kinesiskt försök (Xie & Wu 2009).

Mineraliskt svavel i dess naturliga form är som oorganiskt gödselmedel godkänt i KRAV: s regler (KRAV 2012). Enligt Lars Hällbom, chef för KRAV: s område Regler och konsument, finns det inga formella begränsningar över hur mycket svavel som får användas i odling (pers. med. Lars Hällbom). Att enbart tillföra svavel i en mineraljord har visat sig vara skadligt för buskarna medan en kombination av organiskt material och svavel förbättrar tillväxten (Yadong et al. 2006). Yadong et al. (2006) skriver att redan efter en månad hade en mineraljord sjunkit i pH från 7.0 till 5.0 när 1kg svavel/m³ tillförts. Däremot gav svavelbehandlingen, jämfört med torv och stallgödsel utan svavel, en lägre fasthet hos frukten vilket sänker hållbarheten vid transport och lagring (Iancu et al. 2010).

3.3.3 Bevattningsvatten och pH

Ett lågt ledningstal hos bevattningsvattnet, lågt innehåll av Na^+ , Ca^{2+} och andra katjoner är en viktig faktor i odling av *V. ashei* 'Reade' (Schmid et al. 2009). Vidare har bevattning med regnvatten eller ytvatten gett högre tillväxt hos *V. ashei* 'Reade' än brunsvatten (Schmid et al. 2009). Brunsvattnet höjde jordens pH och ökade innehållet av Na i bladen och minskade

innehållet av Ca och Mn i bladen. Bevattningsvattnet kan påverka pH-värdet i en sandjord mycket (Schmid et al. 2009). Ett basiskt dammvatten som behandlats (försurats) med svavelsyra (H_2SO_4) sänkte pH-värdet i en neutral sandjord så att det passade odling av tranbär, *V. macrocarpon* (Schmid et al. 2009). Detta bekräftar Schmid et al. (2009) då hårt vatten som behandlats med svavelsyra sänkte pH-värdet till 4.4 i sågspånssubstrat. Svavlet kan antingen blandas i bevattningsvattnet eller i substratet och kan underlätta i odlingar genom att man slipper stora tankar att samla regnvatten i (Schmid et al. 2009).

3.3.4 Gödselmedel och pH

Vid ett lägre pH hämmas nitrifikationen och kvävet förblir i ammoniumform längre (Schmid et al. 2009). Ammoniumkväve är inte lika lätttrögligt i markvätskan som nitratkväve och finns därför kvar längre i jorden. Vid odlingsförsök i Schweiz uppmättes ett högre ledningstal hos de behandlingar som försurats med hjälp av svavel (Suter et al. 2010). Detta kan vara en förklaring till varför blåbär växer bättre i sura jordar, det finns mer kväve tillgängligt i ammoniumform. Gödselmedel som är organiska och samtidigt kan påverka pH-värdet neråt är bommullsfrömjöl (Kuepper & Diver 2004), blodmjöl och odling av baljväxter som sedan förs bort från växtplatsen (Magnusson 2003). Organiska gödselmedel fungerar utmärkt i sura jordar där mineralgödselmedel tidigare inte fungerat (Magnusson 2003).

3.3.5 Marktäckning som pH-justerare

Många författare beskriver att odling med marktäckning ökar plantutvecklingen (Schmid et al. 2009, Nielsen et al. 2009) men kan det även användas för att sänka pH? Att enbart täcka med torv och tallbarr har rapporterats sänka pH från 5.6 till 4.6 och 4.7 i en sandig mineraljord där lingon odlades (Schmid et al. 2009). Schmid et al. (2009) rapporterar att i försök förbättrades tillväxten med 59 % och skörden med 25 % vid marktäckning med tallbark. pH-värdet steg däremot av marktäckningen och detta, tillsammans med motstridiga resultat från litteraturen, styrker teorin att det inte är pH-sänkningen som gör störst skillnad utan andra faktorer. Temperaturen runt rötterna har setts vara lägre, den vattenhållande förmågan ökat och mineraliseringen av substratet gått fortare vid marktäckning och detta verkar blåbär trivas väldigt bra med (Schmid et al. 2009).

3.4 Exempel från praktiken

3.4.1 Moheda sylt AB, Svensgård

Bosse och Solveig Nilsson planterade sina första blåbärsbuskar 2004 efter en resa till Tyskland med odlingsrådgivare Kirsten Jensen. De skulle åka på kurs för att lära sig om havtornsodling och tittade förbi på en plantskola som sålde blåbärsbuskar och slog till. Idag har de 900 buskar av olika sorter på Svensgård. *V. corymbosum* 'Reka', 'Toro' och 'Hardiblu' är de högväxande sorterna, och två rader med hybridblåbären (*V. corymbosum* × *V. angustifolium*) 'Putte' och 'Emil' finns också på gården. Förutom blåbär odlar Bosse och Solveig hallon och har tidigare odlat lingon (*Vaccinium vitis-idaea*). Lingonplantorna sattes 1995 men dog för ett par år sedan när marken blev översvämmad och inga nya har etablerats på platsen. Eftersom de växer så långsamt blev ogräset ett stort problem och trots att lingonen gett gården god publicitet så ansågs de vara för arbetskrävande. Syltproduktionen har istället tagit större och större plats i företaget och det tillverkas sylt av inköpta hallon, jordgubbar, blåbär, lingon och hjortron. Marmelad av björnbär, svartvinbär, äpple och päron samt sirap med bland annat fläderblomssmak är andra produkter som tillverkas i företaget. I sitt kök kokar de även sylt och marmelad åt andra, så kallad legotillverkning. Samarbete med det svenska kocklandslaget och hotellkedjan Rica har medverkat till en större efterfrågan för Mohedas mathantverk. Förutom sylten och bärodlingen har gården skog och husdjur att sköta.

Höns, hundar och tjuvar finns för husbehov och sällskap. Tidsbrist och dålig lönsamhet i odlingen har gjort att företagets fokus flyttat över till sylttillverkningen och det gamla mjölkkrummet har nyligen byggts om till ett nytt kök med maskiner.

Blåbär till färskvarukonsumtion anser Bosse och Solveig vara både lätta att sköta och lätta att sälja. Efterfrågan av KRAV-märkta bär är långt ifrån mättad och när deras bär säljs i utvalda butiker är de mer populära än billigare importerade bär. Svårigheterna för Bosse och Solveig är att få tid att plocka bären när det behövs och därför diskuterar de nu möjligheterna för självplock.

Jorden på Svensgård är en typisk småländsk grusig morän. Skiftet där blåbären skulle sättas var en gammal betesvall och pH-värdet låg på 7. Vid planteringen frästes rader upp och torv tillsattes och blandades in med fräsen. Mypex-väv lades i raderna och buskarna sattes i runda planteringshål. Gångarna är gräsbevuxna och bevattning sker med droppslang som ligger ovanför markväven. Bevattningsvattnet hämtas från ån som rinner längs med ägora och vid ett fåtal tillfällen har Bosse löst upp lite svavel i bevattningsvattnet. Att markväv används gör att näringen smidigast tillförs i flytande form och under de första åren användes urin från mjölkorna på gården. I början filtrerade Bosse urin och distribuerade detta i droppbevattningen men detta tyckte han var för tidskrävande och övergick till att köra ut det med släpslang från traktorn. I samma takt som mjölkobesättningen minskade späddes urinen i urinbrunnen ut och blev mer näringsfattig för blåbären. Det senaste året blev bären inte gödslade alls men Bosse och Solveig har inte kunnat se några symptom på näringsbrist. Skörden har varit konstant över 4kg per buske men de tycker sig ana att den vegetativa tillväxten inte varit lika god på senare år. De tycker också att bären har blivit något mindre. Att skiftet tidigare varit betesvall tror Bosse och Solveig har varit en bidragande orsak till god näringsstatus i så många år. I körbanorna växer det bland annat vitklöver eftersom odlingsrådgivaren sagt att de bidrar med kvävefixering till blåbärens fördel. I höstas köptes ett nytt flytande gödselmedel baserat på nässlor in men detta har inte provats ännu. Gödselmedlet tillverkas av företaget SveÖrt utanför Tranemo.

Gödslingen i bärodlingen har skett på känsla och inga jord- eller bladanalyser har tagits för att ligga till grund för behovsberäkning. Bosse har dock alltid varit mycket noga med att aldrig gödsla senare än början av augusti och då urin har varit gödselkällan har han inte trott att mineraliseringen pågått så mycket senare än vid gödslingstillfället. De har bara haft problem med invintringen hos sorten 'Toro'. Den mognar sent och det har hänt att bären frusit bort innan de mognat. Ibland har också skott frusit sönder hos 'Toro' men Bosse och Solveig vill påpeka att gården ligger på en väldigt kall och frostlänt plats.

4 Diskussion

Odling i torv som substrat eller som jordförbättringsmedel har ofta visat gott resultat i försök. Torv har, som Xie & Wu (2009) sammanfattar det, kombinationen av hög porositet ihop med en försurande effekt vilket ger det perfekta substratet. Yadong et al. (2006) skriver också att blåbärsbuskar visat bäst tillväxt, bäst näringsstatus och störst kolonisation av mykorrhiza när de vuxit i mossa och torv. En anledning till att vilja undvika torv som substrat kan vara den höga kostnaden och diskussionen om torv som en fossil produkt som vid brytning ökar halten koldioxid i atmosfären. Betänkligheter kan också finnas till sättet torvtäkter skördas då naturliga habitat för en mängd växter och djur försvinner samt den långsamma takt en torvmosse återbildas.

De försök där barrträdspån eller bark har använts som substrat har visat varierande resultat men i de fall då immobilisering av kväve kompenseras genom extra gödsling har resultaten varit lika goda som torv eller bättre (Odneal & Kaps 1990, Vano et al. 2011). Därför verkar odling i tall- eller granspån eller bark vara ett gott alternativ ur både miljösynpunkt, kostnad och funktion. För att hålla ett stabilt pH-värde och undvika kraftiga stigningar som Schmid et al. (2009) erfor bör gammalt material användas där komposteringen redan påbörjats. Då borde också den värsta immobiliseringen av kväve undvikas.

Många försök visar att en bra markstruktur och marktäckning är viktigare för en god tillväxt och näringsstatus än makronäringsförhållanden i marken (Smolarz & Mercik 1989, Odneal & Kaps 1990, Vano et al. 2011). Vano et al. (2011) förklarar det med att den goda markstrukturen gav en signifikant ökning i rotmassa räknat i torrsvikt. Odneal & Kaps (1990) däremot förknippar den goda tillväxten med ett lägre infektionstryck av växtpatogena svampar som *Phytophthora* som den förbättrade markstrukturen bidrar med.

En ökad tillväxt hos rötterna ger en större yta för mykorrhiza att kolonisera (Yadong et al. 2006). Smith & Read (2008) skriver att förutom de näringsmässiga fördelarna med symbiosen med erikoid mykorrhiza gör även svampen det möjligt att binda och ibland metabolisera metalljoner som annars är giftiga för växten. Detta gör att dessa växter har möjlighet att växa på kontaminerad mark som exempelvis övergivna gruvtäkter (Smith & Read 2008). Att halten aluminium och mangan i marklösningen blir för höga eller att växttillgängligt molybden blir för lågt kan också vara faran med ett lågt pH (Magnusson 2003). Warman et al. (2004) berättar att blåbär i deras försök inte tog upp ett flertal tungmetaller som trots allt fanns i komposten som tillförts. Detta kan möjligtvis förklaras med en god symbios med mykorrhiza.

I många försök med olika organiska gödselmedel används det som finns tillgängligt i odlingarnas omgivning och många försök har varit lyckade (Warman et al. 2004, Marshall & Spiers 2009, Panicker et al. 2009). Det verkar som det mesta funkar bra så länge pH hålls lågt och markstrukturen är god och mullhalten är hög. Magnusson (2003) skriver att många organiska gödselmedel klarar av att brytas ner i ett lägre pH men att vissa påverkar genom att sänka pH eller hålla det lågt. Blodmjöl och baljväxter är exempel på sådana och skulle kanske funka bäst i blåbärsodling. Bommullsfrömjöl har också nämnts som ett pH-sänkande gödselmedel men finns inte så lättillgängligt i Sverige.

En hög mullhalt verkar kunna tänja på gränserna för det kritiska pH-värdet både uppåt och neråt (Mercik & Sosulski 1997, Magnusson 2003, Kuepper & Diver 2004). Magnusson (2003) skriver att många mikronäringsämnen blir svårtillgängliga för växter vid pH 5.5 och högre. Att just blåbär skall ha svårare än andra växtslag med högre pH-värden föreslår Mercik & Sosulski (1997) kan bero på en sämre förmåga att ta upp nitratkväve, järn och mangan. I ett lågt pH förblir kvävet i ammoniumform längre eftersom nitrifikationen saktas ner och ammonium urlakas inte lika snabbt som nitrat. I försök med blåbär i näringslösning fick Rosen et al. (1990) resultatet att pH 4.5 var alltid bättre än 6.5 oavsett vilket slags kväve som plantorna hade tillgång till.

En hög mullhalt sörjer för en hög jonbyteskapacitet och därmed tillgång till andra näringsämnen förutom kväve. En hög mullhalt kan enligt Magnusson (2003) också skydda mot manganskador i starkt sura jordar. Det optimala pH-värdet varierar därför med jordtyp. Vid odling i sandig lerjord med låg mullhalt var pH 5.2 det optimala medan samma jord med inblandad torv gav bäst tillväxt vid pH 4.8 (Schmid et al. 2009). Odling i tallspån gick däremot bäst i pH (H₂O) 4.23 och pH (CaCl₂) 3.81 (Schmid et al. 2009). Enligt dessa

försöksresultat verkar en högre mullhalt ge ett optimalt pH som är lägre än i jordar med en mindre mullhalt. Mercik & Sosulski (1997) jämförde pH-värdena 4, 5 och 6 och olika mullhalter där pH 4 gav den högsta tillväxten oavsett mullhalt men en hög mullhalt minskade de skadliga effekterna av de högre pH-värdena. Att försöken ger så olika resultat och att ingen bra förklaring har hittats gör det svårt att ge några rekommendationer på det perfekta pH-värdet. Det som kan sägas är att i de försök som beskrivs här har det optimala pH värdet varit mellan 4 och 5.2.

Blåbär klarar av, och presterar ibland till och med bättre med, en blandning av kväve i både nitrat och ammoniumform, än med enbart ammonium (Peterson et al. 1988, Rosen et al. 1990, Takamizo & Sugiyama 1991). Torrsubstansen i de skott som fått båda kvävekällorna har ofta varit högre än de som fått enbart ammonium eller enbart nitrat (Peterson et al. 1988, Takamizo & Sugiyama 1991). Däremot tar blåbär upp ammonium snabbare och mer effektivt än nitrat (Peterson et al. 1988). Dock har enbart nitrat som kvävekälla aldrig gett bra resultat (Peterson et al. 1988, Rosen et al. 1990, Takamizo & Sugiyama 1991). Att Takamizo & Sugiyama (1991) fått kloros på skotten vid enbart ammoniumkväve kan som de själva förklarar det bero på mycket höga temperaturer under försökets gång. Den snabba respirationen gjorde att det inte fanns tillräckligt med energi för att assimilera ammonium. Jag tänker att halten ammonium (56mg/l) dessutom kan ha varit för hög då detta fylldes på regelbundet. Vid en blandning av nitrat och ammonium fanns där bara 28mg ammonium/liter (och 28mg nitrat/liter) och denna mängd passade kanske blåbären bättre.

Mängden kväve som blåbär kräver varierar med plats, mullhalt, marktäckning, sort med mera (Hanson 2006). En kväverik jord kan fungera bäst utan någon kvävegödsling alls medan en odling i mineraljord med sågspånstäckning kan behöva så mycket som 140kg/ha (Hanson 2006). Det finns många faktorer både som nämns i detta arbete och som inte tagits upp här. Ett bra redskap för att ta reda på aktuellt kvävebehov för varje plats verkar vara regelbundna bladanalyser där halten kväve mitt i sommaren bör ligga på mellan 1.7-2.1% (Hanson 2006).

Organiska gödselmedel har visat positiva effekter på mykorrhizaförekomst och mot svampsjukdomar som *Fusarium solani* (Montalba et al. 2010). Det minskar också urlakning av kväve i jämförelse med traditionellt N-P-K (Panicker et al. 2009). Vid nyplantering i ett odlingsföretag verkar kvävebehovet vara mycket lågt och ibland obefintligt då många försök inte visat bättre resultat med gödselmedel jämfört med inga gödselmedel alls (Warman 1985, Marshall & Spiers 2009). Båda dessa författare har utfört försök på arten *V. ashei*, de mer värmekrävande "Rabbit eye" arterna som vi inte odlar här i Sverige. Här kan man undra om dessa resultat hade varit samma om de utförts på arterna *V. corymbosum* eller *V. angustifolium* och därmed varit mer relevanta för detta arbete. Smolarz & Mercik (1989) genomförde gödslingsförsök på *V. corymbosum* där de plantor som fått minst kväve klarade vintern bäst. Därmed fick de också mest skörd året efter en mycket sträng vinter annars var en kvävegiva på mellan 50-100kg/ha bäst.

Referenser

- Båth B. & Winter C. (2007) Växtnäringsstyrning. Del av kurspärmen ”Ekologisk odling i växthus” 2007/2008. Jordbruksverket. Jönköping
- Hanson, E.J. & Retamales, J.B. (1992) Effect of nitrogen source and timing on highbush blueberry performance. *HortScience*. 27 (12), 1265-1267
- Hanson, E.J. (2006) Nitrogen fertilization of highbush blueberry. *Acta Horticulturae* 715, 347-351
- Heart, J., Strik, B., White, L. & Yang, W. (2006) *Nutrient management for blueberries in Oregon*. Oregon State University Extension Service
- Iancu, M., Ancu, I., Nicolae, S. & Nicola C. (2010) The influence of planting substrate on the fruit quality characteristics of seven blueberry cultivars. *Bulletin UASVM Horticulture* 67 (1), 115-120
- Kuepper, G.L., Diver, S. (2004) *Blueberries: Organic Production*. (the National Center for Appropriate Technology)
- KRAV. (2012) Regler för KRAV-certifierad produktion utgåva 2012. 4:3:6:1
- Magnusson, M. (1999) Varför är kalk så populärt i ekologisk odling? *Centrum för uthålligt lantbruk - Forskningsnytt*. 1999:5
- Magnusson, M. (2003) Mikronäringsämnen och pH. Del av kurspärmen ”Ekologisk odling av grönsaker på friland” 2008, Jordbruksverket, Jönköping
- Marshall, D.A. & Spiers, J.M. (2009) Establishment of rabbiteye blueberries using poultry litter. *Acta Horticulturae* 810, 723-727
- Mercik, S. & Sosulski, T. (1997) Growth of highbush blueberry depending on pH and humus content in the soil and on the of the N fertiliser form. In: *Ecological aspects of nutrition and alternatives for herbicides in horticulture*: International Seminar organised jointly by the Faculty of Horticulture, Warsaw Agricultural University, Poland and the Faculty of Agronomy, University of Bonn, Germany. Warszawa. June 10-15 1997. 51-52
- Miller, S.A., Patel, N., Muller, A., Edwards, C.M. & Solomona, S.T. (2006) A comparison of organic and conventional nutrient management protocols for young blueberry nursery stock. *Acta Horticulturae* 715, 427-432
- Montalba, R., Arriagada C., Alvear M. & Zúñiga G.E. (2010) Effects of conventional and organic nitrogen fertilizers on soil microbial activity, mycorrhizal colonization, leaf antioxidant content, and Fusarium wilt in highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.). *Scientia Horticulturae* 125 (4), 776-778
- Nielsen, G.H., Lowery, D.T., Forge, T.A. & Nielsen, D. (2009) Organic fruit production in British Columbia. *Canadian Journal of Plant Science* 89, 677-692
- Nilsson, T. (2011) Odling av blåbär. *LTJ-fakultetens faktablad*. 2011:11
- Nilsson, T. & Svensson, B. (2012) *Blåbärsodling i Sverige – nu och i framtiden*. Rapport inom Tillväxt Trädgård. Projekt: Hallon och nya bär
- North Country Organics. Product label. [online] (2012-01-30) Tillgänglig: <http://www.norganics.com/label/Pro-Holly.pdf> [2012-01-30]
- Odneal, M.B. & Kaps, M.,L. (1990) Fresh and aged pine bark as soil amendments for establishment of highbush blueberry. *HortScience* 25 (10), 1228-1229

- Panicker, G.K., Sims, C.A., Spiers, J.M., Silva, J.L. & Matta, F.B. (2009) Effect of worm castings, cow manure, and forest waste on yield and fruit quality of organic blueberries grown on a heavy soil. *Acta Horticulturae* 841, 581-584
- Peterson, L.A., Stang, E.J. & Dana, M.N. (1988) Blueberry response to $\text{NH}_4\text{-N}$ and $\text{NO}_3\text{-N}$. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 113 (1), 9-12
- Rosen, C.J., Allan, D.L. & Luby, J.J. (1990) Nitrogen form and solution pH influence growth and nutrition of two *Vaccinium* clones. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 115 (1), 83-89
- Sanderson, K.R., Carter, M.R. & Ivany, J.A. (1995) Effects of gypsum on yield and nutrient status of native lowbush blueberry. *Canadian Journal of Plant Science* 76 (2), 361-366
- Schmid, A., Suter, F., Weibel, F.P. & Daniel, C. (2009) New approaches to organic blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) production in alkaline field soils. *European Journal of Horticultural Science* 74 (3), 103-111
- Smagula J.M. & Fastook I. (2009) Lowbush blueberry response to several organic fertilizers. *Acta Horticulturae* 810, 741-746
- Smith, S.E. & Read, D.J. (2008) *Mycorrhizal symbiosis*. 3. ed. London: Academic Press
- Smolarz, K. & Mercik, S. (1989) Growth and yield of highbush blueberry Bluecrop cv. (*Vaccinium corymbosum* L.) in relation to the level of nitrogen fertilization. *Acta Horticulturae* 241, 171-174
- Suter, F., Schmid, A., Daniel, C., Weibel, F.P. & Jenny, M. (2010) Organic highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.) production: long-term effect of cultivation system and pH regulation on plant growth, yield and root distribution and biomass with two cultivars. *Acta Horticulturae* 873, 261-268
- Takamizo, T. & Sugiyama, N. (1991) Growth responses to N forms in rabbiteye and highbush blueberries. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science* 60 (1), 41-45
- Vano, I., Matsushima, M., Tang, C. & Inubushi, K. (2011) Effects of peat moss and sawdust compost applications on N_2O emission and N leaching in blueberry cultivating soils. *Soil Science and Plant Nutrition* (2011) 57, 348-360
- Warman, P.R. (1985) The effect of organic amendments on lowbush blueberry production. In: *Agricultural Waste Utilization and Management*. Proceedings of the Fifth International Symposium on Agricultural Wastes. Chicago, Illinois. December 16-17, 1985. 418-425
- Warman, P.R., Murphy, C.J., Burnham, J.C. & Eaton, L.J. (2004) Soil and plant response to MSW compost applications on lowbush blueberry fields in 2000 and 2001. *Small fruits review* 3:1/2, 19-31
- White, R.E. (2006) *Principles and practice of soil science: the soil as a natural resource*, 4. ed. Malden: Blackwell Pub.
- Xie, Z.S. & Wu X.C. (2009) Studies on substrates for blueberry cultivation. *Acta Horticulturae* 810, 513-519
- Yadong, L., Xuedong, T., Wulin & Zhidong, Z. (2006) Effect of organic material on soil properties, plant growth, leaf photosynthesis, nutrient uptake and mycorrhizal infection of blueberries. *Acta Horticulturae* 715, 375-380