

## C & N upptag i nya mellangrödor

*Robert Larsson & Filip Andersson*



## C & N upptag i nya mellangrödor

C & N uptake in new cover crops

*Robert Larsson & Filip Andersson*

**Handledare:** Allan Andersson, SLU, Institution för biosystem och teknologi

**Btr handledare:** Anita Gunnarsson, Hushållningssällskapet Kristianstad

**Examinator:** Siri Caspersen, SLU, Institution för biosystem och teknologi

**Omfattning:** 10 hp

**Nivå och fördjupning:** Grundnivå, G1E

**Kurstitel:** Examensarbete för lantmästarprogrammet inom lantbruksvetenskap

**Kurskod:** EX0619

**Program/utbildning:** Lantmästare - kandidatprogram

**Utgivningsort:** Alnarp

**Utgivningsår:** 2014

**Omslagsbild:** Robert Larsson

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

**Nyckelord:** mellangrödor, oljerättika, maträttika, kol, kväve, ovanjordisk biomassa, C, N, Raphanus sativus var. Oleiformis, Raphanus sativus var. longipinnatus, cover crops



Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds-  
och växtproduktionsvetenskap  
Institutionen för biosystem och teknologi

## FÖRORD

Inom Lantmästare – kandidatprogrammet är det möjligt att ta ut två examina: en lantmästarexamen (120 hp) och en kandidatexamen (180 hp). En av de obligatoriska delarna i utbildningen är att genomföra ett eget arbete som ska presenteras med en skriftlig rapport och ett seminarium. Detta arbete kan t.ex. ha formen av ett mindre försök som utvärderas eller en sammanställning av litteratur vilken analyseras. Arbetsinsatsen ska motsvara minst 6, 7 veckors heltidsstudier (10 hp). Studien har genomförts på uppdrag av Hushållningssällskapet i Kristianstad.

Ett varmt tack riktas till Anita Gunnarsson, Siri Caspersen, Allan Andersson, Karl-Erik Gustavsson och Jan-Eric Englund som bidragit med synpunkter, råd, granskning och analys.

Siri Caspersen har varit examinator.

Alnarp maj 2014

Robert Larsson & Filip Andersson

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING .....	3
SUMMARY .....	4
INLEDNING .....	5
MÅL .....	5
AVGRÄNSNING .....	5
LITTERATURSTUDIE .....	7
BESKRIVNING AV MELLANGRÖDOR .....	7
FÖRDELAR OCH NACKDELAR MED MELLANGRÖDOR .....	7
ETablering av mellangröda .....	8
OLJERÄTTIKA .....	8
MATRÄTTIKA (STRUKTURATOR) .....	9
KOL .....	9
KVÄVE .....	9
C:N KVOT .....	10
MATERIAL OCH METOD .....	11
FÖRUTSÄTTNINGAR .....	11
FÖRSÖKSUPPLÄGGNING .....	11
PROVTAGNING OCH ANALYSER .....	13
FELKÄLLOR .....	14
RESULTAT & DISKUSSION .....	15
ANTAL PLANTOR/HA .....	15
ROTMÄNGD I KG/HA .....	16
C, N OCH ASKHALT I ROTPROV, % AV TS-HALT .....	17
C:N KVOT I ROTPROV .....	18
KG N/HA I ROTBIOMASSA .....	19
OVANJORDISK BIOMASSA I KG/HA .....	20
MÄNGD KOL OCH KVÄVE AV TS-HALT I % SAMT C:N KVOTEN I DEN OVANJORDISKA BIOMASSAN .....	21
TOTAL MÄNGD AV KG N/HA I ROT- OCH OVANJORDISKBIOMASSA .....	22
SLUTDISKUSSION .....	23
SLUTSATS .....	24
REFERENSER .....	25
SKRIFTLIGA .....	25
MUNTliga .....	26
BILAGOR .....	27
BILAGA 1 .....	27
BILAGA 2 .....	28
BILAGA 3 .....	29
BILAGA 4 .....	30

## SAMMANFATTNING

Det finns många olika anledningar till varför man väljer att så mellangrödor. I detta försök har vi valt att fokusera på själva mellangrödan och inte på användningsområdet. Försöket går ut på att undersöka kol- och kvävehalten i oljerättika och maträttika (Strukturator). Definitionen på en mellangröda är något som man odlar mellan två huvudgrödor. Målet med att odla en mellangröda är bland annat att rötterna snabbt ska kunna ta sig ner i marken för att få en luckrande effekt och ta upp överbliven växtnäring så det inte lackas ut. Det finns många olika sorters mellangrödor. Oljerättika och maträttika, som används i detta försök, har en stor pålrot som går djupare ner i jorden än andra mellangrödor.

I detta försök används en speciell rotprovtagare för att kunna få upp rötterna ur marken i olika skikt. Sedan tvättades rötterna med hjälp av en sikt för att urskilja jord och smuts. Rötterna och den ovanjordiska biomassan torkades ner och det gjordes en vägning av ts-vikten samt analys av kol, kväve och askhalten.

För att få en bättre insikt i mellangrödorna har vi valt flertalet olika parametrar att ta fram resultat på, allt för att få en helhet i resultatet. Vi har dels räknat på hur hög rotbiomassan är per planta, dels kring rotbiomassan per hektar i de olika leden, kvävehalt per planta samt räknat på kvävemängden per hektar. Den ovanjordiska biomassan har summerats och kvävehalten har bestämts. Dessutom har C:N-kvoten räknats ut för varje led i försöket så att det går att avgöra hur lätt kvävet frigörs från mellangrödan och när det då blir tillgängligt för nästkommande gröda.

Med tanke på att det varit så många delmoment i försöket hela vägen från arbetet i fält, med provtagning, fram till analysering av kol- och kvävehalt finns det många eventuella felkällor. Felkällorna har undvikts i största möjliga mån och där det inte gått att undvika att en felkälla kan uppstå har felkällan endast accepterats ifall den har varit likvärdig för alla leden i försöket. Med alla resultat framställda valdes parametern kg N/ha, som den mest relevanta och intressanta att redovisa. I försöket har de olika leden haft olika förutsättningar vilket lett till att det inte rättvist går att jämföra leden mot varandra utan att väga in förutsättningarna. Dock har två led haft likvärdiga förutsättningar och därför har dessa två led varit intressanta att göra en jämförelse mellan. Slutsatsen i jämförelsen mellan led med, Strukturator, och led med, oljerättika, är att strukturatorn har haft ett effektivare kväveupptag och innehåller därför en högre mängd kväve, både per planta och per hektar.

## SUMMARY

There are many different reasons why farmers choose to use cover crops. In this experiment, we have chosen to focus on the cover crop itself and not the motives for growing it. The aim of this experiment is to investigate the carbon and nitrogen content of oil radish and forage radish (Structurator). The definition of a cover crop is a crop that grows between two main crops. The goal of growing a cover crop is to get the roots into the ground quickly, stimulate fertility and take up excess nutrients. There are many different kinds of cover crops, which could be used in this attempt. Oil radish and forage radish (Structurator) was used as they have a large taproot that goes deeper into the soil than other cover crops. They are sensitive to cold, at 4-6 degrees below zero they die and can be processed down without treatment.

In this experiment, a special root sampling device was used to get the roots up from the soil in different layers. Then the roots were washed using a sieve to separate soil and dirt. The roots were dried and a measurement was taken of dry weight and an analysis of carbon, nitrogen and ash content was performed. The biomass above ground was dried and analysis of carbon and nitrogen was performed.

To get a better insight into cover crops, we have chosen several different parameters to produce results from. This was to get a complete overview and to avoid confounding results. We have calculated the root biomass and nitrogen content per plant and estimated the result per hectare. The biomass above ground was used to determine the nitrogen content. In addition, the C:N ratio has been calculated for each stage of the experiment so that it is possible to determine how easily the nitrogen is released from the cover crop and when it becomes available for the next crop. Since we have used several different parameters, there are multiple results, which can be examined more carefully inside this paper.

Given that there have been so many elements of the experiment; all the way from work in the field, with sampling, until analysing the carbon and nitrogen content, there are many potential sources of error. These have been avoided as much as possible and only accepted where they are impossible to avoid and have been similar for all treatments of the experiment. A more detailed explanation of the sources of error is given in the discussion. With all the results obtained the parameter selected as the most relevant and interesting to report is kg N / ha, kilograms of nitrogen per hectare. The parameters are discussed and compared in more detail in the conclusion. In the experiment, the different samples had different conditions, which led to it being unreasonable to compare them against each other without considering the conditions. However two treatments, 2 and 3, had similar prerequisites and therefore have been interesting to make a comparison between. The conclusion of the comparison between treatment 2 (forage radish) and treatment 3 (oil radish) is that the forage radish had a higher efficiency of nitrogen uptake and therefore contains a higher amount of nitrogen, both per plant and per hectare.

## INLEDNING

Intresset för användning av mellangrödor har blivit större och större. Det finns väldigt många olika anledningar till varför man sår in mellangrödor. Dels görs det för att en del mellangrödor kan ha sanerande effekt på infekterad åkermark, dels för att hindra erosion av jord, dels för att förhindra kväveutlakning och i vissa fall för att åstadkomma biologisk luckring av åkermarken.

I detta arbete frångår vi anledningen till varför mellangrödan sås in och fokuserar istället på själva mellangrödan. I försöket har två olika typer av mellangrödor använts, oljerättika samt maträttika (Strukturator). Denna har etablerats vid olika tidpunkt, med olika förfrukter och med olika bearbetningsmetoder. Försöket vi använt oss av är ett långliggande försök på Hushållningssällskapet i Kristianstads försöksgård, Helgegården i Skepparslöv. Huvudsyftet med försöket är att studera påverkan på skörd, kvalitet, rotutveckling av förfrukter och djupluckring i potatis medan vi i detta arbete enbart riktar in oss på mellangrödan. Anledningen till detta "sidoförsök" är att passa på att få en bättre insikt i själva mellangrödan eftersom mellangrödan endast är ett delmoment i huvudförsöket.

Försöket går ut på att få bättre insikt i kväveeffektverkan av mellangrödor genom komplettering av befintligt underlag med kvantifiering av mängden C och N i rötterna på olje- och maträttika. Dessutom ville vi kunna avgöra lämplig såtidpunkt, etableringsmetod samt valet av mellangröda. Detta sker genom att ta rotprover i den etablerade mellangrödan för att avgöra mängden kol och kväve i rotsystemet och ovanjordisk biomassa samt att mäta mängden biomassa både i jorden och ovanjord för att möjliggöra en kvantitativ beräkning av kväveupptaget.

## Mål

Målet med arbetet är att få bättre insikt i mellangrödor, och särskilt inriktat på mat- och oljerättika. Att undersöka under vilka betingelser en mellangröda får bäst förutsättningar, baserat på såtidpunkt, typ av etablering samt beroende på förfrukt. Vi vill även undersöka vilken mellangröda, mat- eller oljerättika, som utvecklar störst biomassa i jorden respektive ovan jord, även hur djupt rötterna lyckas etableras. Med hjälp av det ovan nämnda vill vi få fram analyser på kol- och kväveinnehållet för att därefter kunna dra slutsatser kring vilken av mellangrödorna samt bearbetningsmetod som ger bäst förutsättningar för nästkommande huvudgröda.

## Avgränsning

Arbetet går ut på att fokusera på själva mellangrödan, hur den utvecklas och betar sig, hur djupt rötterna går samt hur högt kol- och kväveinnehåll den har i rotsystem respektive ovanjordisk biomassa. Dessutom går det att få fram relevanta resultat genom

att göra antagande om mängden biomassa per hektar och därigenom få fram kol- och kväveupptaget per hektar i de olika tillvägagångssätten. Avgränsningarna har gjorts för att arbetet ska koncentreras endast till mellangrödan.



## LITTERATURSTUDIE

### Beskrivning av mellangrödor

Mellangröda är något man odlar för att hålla marken bevuxen mellan två huvudgrödor. Vanligtvis så sås den antingen i växande gröda eller efter skörd och avdödas normalt innan nästa huvudgröda sås. Den benämns som fånggröda när syftet är att mellangrödorna ska ta upp till exempel näringsämnen i marken som huvudgrödorna inte kunnat ta upp, framförallt kväve. Gröngödsling är när man vill få ut fördelar av att mellangrödorna som till exempel när huvudgrödorna ska kunna ta tillvara på kvävet från mellangrödorna och även kunna få ut en sanerande effekt genom att mylla ner mellangrödorna (Bergkvist 2003).

### Fördelar och nackdelar med mellangrödor

Ett av målen med att odla mellangrödor är att förbättra strukturen i marken inför nästkommande gröda. Detta ger en ökad markbärighet och en ökning av antalet maskar i jorden (Pålsson 2007). En bra mellangröda ska även kunna etablera sig väl, då det kan vara torrt och ibland sår man den direkt innan skörd utan att mylla den (Pålsson 2007). Det viktigaste med mellangrödor, om man tänker på miljön, är att de ska ta upp näringsämnen som till exempel kol, kväve och fosfor. En fördel med till exempel de korsblommiga växterna är att deras rötter växer snabbt och går djupt ner i marken för att kunna ta upp de näringsämnen som lämnats kvar efter huvudgrödorna och som riskerar att lakas ut annars (Aronsson m.fl. 2012). I försök där man etablerade oljerättika i höstvetete tog den upp mellan 10-34 kg N/ha (Adholm, 2004). Erosion av jorden förhindras också då marken är bevuxen en större del av året. Att odla nematodresistenta mellangrödor sanerar marken mot nematoder framförallt för att de har långa och stora rötter och odlar man rättika som gröngödsling så hjälper det till ytterligare mot nematoder (Pålsson 2007).

För att få miljöersättning för oljerättika och rättika som fånggröda i Skåne, Blekinge och Hallands län så måste man ha sått mellangrödorna senast den 20 augusti och får inte bryta den förrän tidigast den 20 oktober (Jordbruksverket 2013). I Stockholm, Uppsala, Södermanland, Östergötland, Västra Götaland, Värmland, Örebro, Västmanland och Gotland så ska den vara sådd senast den 10 augusti och får brytas tidigast den 10 oktober (Jordbruksverket 2013).

Det finns även negativa effekter av mellangrödor bland annat uppförökning av markbundna växtföljdssjukdomar. Alla korsblommiga växter är mottagliga för till exempel klumprotsjuka fast oljerättika (*Raphanus sativus* var. *Oleiformis*) och maträttika (*Raphanus sativus* var. *longipinnatus*) är ganska toleranta men inte resistent (Wallenhammar 2012). Uppförökning av rotagräs är också en negativ effekt som kan bli utav mellangrödor (Pålsson 2007).

## Etablering av mellangröda

Den viktigaste aspekten för att lyckas etablera en mellangröda är att göra det i tid. Man kan etablera mellangrödan på flera olika vis. Sådd i växande gröda innan skörd är ett enkelt och billigt alternativ. Men för att lyckas få en bra mellangröda utan bearbetning krävs bra markfukt, därför kan det vara bra att så strax innan det kommer regn. En fördel med att etablera innan skörd är att fröna kommer i kontakt med jorden och inte riskerar att hamna ovanpå halmen om man sår efter skörd och inte bearbetar.

Vid etablering efter skörd så myllas fröna och får mer kontakt med jorden vilket gör att de kan börja växa fortare än om man lagt fröna ovanpå. En fördel är också att spillsäd och ogräs kan börja gro. En nackdel är att spillsäd och ogräs kan konkurrera ut mellangrödan. Det gäller att inte bearbeta för djupt för då finns risken att det blir för torrt och fröna inte gro. Det är viktigt oavsett system att så mellangrödan så tidigt som möjligt för att få en stor gröda och den ska helst vara sådd innan september (Pålsson 2006).

## Oljerättika

Oljerättika (*Raphanus sativus* var. *Oleiformis*) tillhör den korsblommiga familjen och är en ettårig vårgroende ört. Vid sådd som mellangröda är en liten bearbetning att föredra då den är torkkänslig och kan vara svår att få till att gro om den inte får rätt betingelser från början (Aronsson m.fl. 2012). Om fröet inte groer direkt så kan det bli skadat och även om rätt betingelser kommer tillbaka senare så kan det vara sent för att fröet ska kunna gro. Sår man oljerättikan tidigt så finns risk att den går i blom och fröna sprids och kan bli ett problem nästkommande år. Ett sätt att förhindra detta är att slå av den. Fördel med denna typ av gröda är att den har lång och bredd pålrot som snabbt växer ner och kan ta upp överskottsnäring från andra grödor som inte växer lika länge och har små rötter som till exempel grönsaker (Aronsson m.fl. 2012). Det är även en del som använder den till luckring av jorden innan man sätter potatis året därpå samt dess förmåga att sanera mot skadegörare. Oljerättika klarar temperatur ner till 6 minusgrader, vilket gör att den vanligtvis utvintrar av sig själv. Nackdel med oljerättika är den inte är resistent mot klumprotsjuka utan bara mer tolerant precis som en del inom brassica familjen (Aronsson m.fl. 2012). Men ändå rekommenderas att inte odla någon brassicagröda oftare än vart fjärde år (Aronsson m.fl. 2012). I försök har man hittat rötter från oljerättika ner till 2,4 meters djup (Kristensen, Thorup-Kristensen, 2004). För att oljerättikarötter ska växa 1 meter så behövs 750 daggrader, vilket är betydligt mindre antal dagar jämfört med italienskt rajgräs som behöver 1375 daggrader. Daggraderna är uträknade på så sätt att grödans groningstemperatur tar man bort vid uträkningen (Thorup-Kristensen 2000).

## Maträttika (Strukturator)

Rättika (*Raphanus sativus* var. *longipinnatus*) som tillhör familjen Brassicaceae har många olika namn som till exempel daikonrättika, japansk rättika, forage radish, grönsaksrättika eller maträttika och i Sverige så har denna rättikatyp samlats under namnet Strukturator (Aronsson m.fl. 2012). Den ovanjordiska biomassan verkar enligt svenska provodlingar vara liknande oljerättikan (Aronsson m.fl. 2012). Men roten är lite annorlunda och är ännu kraftigare och har en mer oförgrenad pålrot än oljerättikan, även om rotdjupet verkar vara lika. Maträttikan är lite mer känslig för kyla och utvintrar vid cirka 4 minusgrader. Maträttikan är något mer tolerant mot klumprotsjuka, men ändå inte resistent (Aronsson m.fl. 2012).

## Kol

Organiskt bundet kol är en av huvudbeståndsdelarna i markens organiska substanser (Markinfo, 2007). Syre, väte, kväve, och aska är andra ämnen i organisk substans (Markinfo, 2007). Cirka hälften av torr biomassa utgörs av kol (Petersson 2006). Inom 1 meters djup i vanlig skogsmark finns 6-14 kg kol per m<sup>2</sup> (Markinfo, 2007). Mängden kol minskar desto djupare man går (Markinfo, 2007). Det organiska kolet i marken gynnar markens struktur och förbättrar rötternas förutsättningar att tränga ner på djupet i marken (Europeiska gemenskaperna, 2009). Mängden kol påverkas bland annat av vad man odlar, klimatet och marktypen (Europeiska gemenskaperna, 2009).

## Kväve

Växterna kan ta upp både nitratkväve och ammoniumkväve (Bertilsson 2002). Både nitrat- och ammoniumjonen finns löst i vattnet som finns i marken och växten tar upp det via rötterna. Om rötterna inte är omgivna av markvätska så kommer nitratkvävet att lakas ut med vattnet via exempelvis dräneringen.

Ammonium är en jon som är positivt laddad och kan bindas utbytbart och den kan även bindas hårdare i marken, framförallt i lermineralerna. Den kan vara väldigt hårt bunden till lerpartiklarna vilket gör att styva leror kan ha mycket ammoniumkväve som är svåråtkomligt för växterna.

I aeroba miljöer oxideras ammonium mikrobiellt av nitrifikationsbakterier till nitrat via nitrit (Bertilsson 2002). Reaktionen blir försurande och kallas nitrifikation. I denitrifikationen omvandlas nitrat till kvävgas som är neutralt ur miljömässigt perspektiv. Samtidigt bildas dikväveoxid så kallat lustgas, det är en stark växthusgas och ett miljöproblem då den kan påverka ozonskiktet.

Kväve som grundämne finns i luften som kvävgas och den utgör cirka 80 procent av innehållet i luften (Bertilsson 2002). Framförallt baljväxterna kan använda luftkvävet i

kombination med mikroorganismer. Ärtor klarar sin egen tillväxt med hjälp utav luftkvävet, därför är biologisk kvävefixering viktigt i ekologisk odling (Bertilsson 2002).

## **C:N kvot**

Kvävehalten brukar oftast vara högre, medan C:N kvoten brukar vara lägre i Brassicamellangrödor än den brukar vara i andra mellangrödor, mineraliseringen av kväve går därför snabbare (Andersson, 2014). Ju lägre C:N kvot, desto snabbare går mineraliseringen. (Andersson, 2014). Kvävehalten och C:N kvoten varierar beroende på hur stor växten är. Ju tidigare en växt är sådd, ju högre andel fiberrika växtdelar har växten hunnit bilda på grund av att den har uppnått ett högre utvecklingsstadium och den har då en lägre kvävehalt (Aronsson m.fl. 2012). Enligt försök med (Torstensson m.fl. 2011) efter potatis som såddes tidigt så var C:N kvoten 30-40, när man brukade ner den sent på hösten, medan det som var sent sått hade en C:N kvot på 10. I försöket var förutsättningarna olika. För Brassicamellangrödor är det bäst att vänta så länge som möjligt innan man brukar ner den för att mineraliseringen ska komma till nytta för nästkommande gröda. Dock får man väga risken mot att inte låta mellangrödorna gå upp i blom, då de kan bli ett problem nästkommande år med fröer plus att växtsjukdomarna kan öka (Aronsson m.fl. 2012).

## MATERIAL OCH METOD

### Förutsättningar

Försöket har genomförts på Hellegården i Skepparslöv som tillhör Hushållningssällskapet i Kristianstad. Vårt försök är ett sidoprojekt från ett 3-årigt försök där det studeras inverkan på skörd, kvalitet, rotutveckling av mellangrödor och djupluckring (med och utan) i potatis. Det fanns två olika försök och i detta arbete användes båda. Försöken låg intill varandra och var 64x192 meter stora var. I varje försök fanns det 4 block, och i varje block fanns det 8 behandlingar (se bilaga 4). I vårt försök har vi bara använt oss utav 5 behandlingar i varje block. Rutstorleken var 20x12 meter. I varje block var behandlingarna slumpmässigt placerad och varje behandling i blocken har haft olika förfrukter, och olika mellangrödor som är sådda vid olika tidpunkter och med olika bearbetningar. Se tabell 1. Jordarten i försöken är något mullhaltig sandig grovmo.

### Försöksuppläggning

År 2012 så odlades det vårkorn i alla rutorna. Den enda skillnaden mellan leden var led 5 där det såddes in rödklöver 2012.

Tabell 1. Försöksplan.

Led	Sort	Förfrukt	Etablering
<b>1</b> (kontrollruta)	Vårkorn	Vårkorn (2012)	Höstplöjning. Sådd, medel vårbrukstid. Utsädesmängd 150 kg/ha, gödsling 375 kg/ha NS 27-4.
<b>2</b>	Maträttika (Strukturator)	Vårkorn (2013)	Stubbearbetning, därefter sådd. Utsädesmängd 15 kg/ha, gödsling 110 kg/ha NS 27-4 vid sådd av maträttikan.
<b>3</b>	Oljerättika (Terra Nova)	Vårkorn (2013)	Bearbetning som led 2. Utsädesmängd 20 kg/ha, gödsling 110 kg/ha NS 27-4 vid sådd av oljerättikan.
<b>4</b>	Oljerättika (Terra Nova)	Vårkorn (2012)	Obearbetat efter höstplöjning, sådd i slutet av maj. Utsädesmängd 15 kg/ha, gödsling 200 kg/ha NS 27-4
<b>5</b>	Maträttika (Strukturator)	Rödklövervall (2013)	Plöjning och såbäddsetablering i juli månad. Utsädesmängd 10 kg/ha, ingen gödsling.



Figur 1. Led 1.

I varje block så fanns det ett led som var kontrollruta, led 1 (se figur 1) där det hade skördats vårkorn sensommaren 2013 och sedan lämnats orörd utan någon bearbetning. Det var gödslat med 375 kg NS 27-4/ha och 200 kg PK 11-25/ha.



Figur 2. Led 2.

I led 2 (se figur 2) var det skördat vårkorn hösten 2013, som sedan stubbearbetats direkt efter skörd och det såddes maträttika (Strukturator) 15 kg/ha och gödslades med 110 kg NS 27-4/ha vid sådd av maträttikan. Vid sådd av vårkornet gödslades det likadant som ruta 1 med 375 kg NS 27-4/ha och 200 kg PK 11-25/ha.



Figur 3. Led 3.

I led 3 (se figur 3) var det skördat vårkorn hösten 2013, som sedan stubbearbetats direkt efter skörd och det såddes oljerättika 20 kg/ha och gödslades med 110 kg NS 27-4/ha vid sådden av oljerättikan. Vid sådd av vårkornet gödslades det likadant som led 1 och led 2 med 375 kg NS 27-4/ha och 200 kg PK 11-25/ha.



Figur 4. Led 4.

I led 4 (se figur 4) var jorden obearbetad efter höstplöjning 2012. I slutet av maj 2013 såddes det oljerättika 15 kg/ha. Det gödslades 200 kg NS 27-4/ha och 200 kg PK 11-25/ha vid sådd. När de första skidorna syntes på oljerättikan så putsades växtbiomassan ner till en stubbhöjd på 15-20 cm.



Figur 5. Led 5.

I led 5 (se figur 5) så var det sått rödklövervall efter skörd av vårkorn 2012. Efter 1 skörd veckan innan midsommar 2013 så lämnades rutan orörd fram till början av juli och då plöjdes det och bearbetades till lämplig såbädd. Det såddes maträttika 10 kg/ha och ingen N-gödsling gjordes.

## Provtagning och analyser

Det praktiska arbetet började den 18 oktober 2013 då vi gjorde en planträkning. Planträkningen i varje ruta gjordes på 2 meter x 0,25 cm. Då det bara fanns stubb i ruta 1 så kunde vi inte göra någon planträkning där. Vi tog jordprover i alla 5 leden per block med en speciell rotprovtagare utvecklad för rotmätning (se bilaga 5 och 6). Varje jordprov blir från en volym på 15 cm djup och 10 cm diameter. Då radavståndet i grödan är 12,5 cm så gjorde vi ett antagande i hur mycket rötter det kunde vara på de 2,5 cm som vi inte har tagit något prov på. Vi tog två prov på varje djup per parcell och två parceller per ruta och vi tog fyra olika djup, alltså 0-15 cm, 15-30 cm, 30-45 cm och 45-60 cm. När vi tagit alla prover så påbörjade vi arbetet med att urskilja rötterna. Vi

tvättade varje prov i vatten och silade det i ett finmaskigt såll (sikt) för att kunna bli av med jord och sedan urskilja rötterna från oljerättika och maträttika från ogräsrötter och halm, vi hade även en pincett till hjälp. Till varje prov så vek vi ett aluminiumkuvert som vi klistrade på en etikett för att kunna säkerställa från vilket prov det kom ifrån. Vi vägde alla kuvert på en våg som vägde gram inklusive 4 decimaler. Vi vägde tomvikten av kuverten för att sedan få reda på ts-halten av rötterna. Efterhand som vi tvättat så la vi rötterna i kuverten och torkade dem i torkskåp på 60 grader. Då det tog väldigt lång tid att tvätta varje prov och då det inte fanns några rötter i skiktet 45-60 cm i någon av rutorna i ett block så bestämde Anita Gunnarsson att vi inte skulle tvätta några 45-60 cm prover samt att vi bara skulle tvätta prover från en parcell per ruta på grund av att det tog för lång tid. När alla prover var torra så gjorde vi en utvägning för att få reda på den torkade rotmassan (ts-halten) från varje prov. Från alla led i varje block så hade Hushållningssällskapet tagit det ovanjordiska biomassaprovet innan den 18 oktober, de var slumpmässigt tagna från 0,5 m<sup>2</sup>/led/block. De torkades ner och sedan vägdes de ut. Alla rotprover och provklippning av stubb och skörderester är tagna i de yttersta 1,75 m i rutornas kortändor på grund av potatisförsöken 2014 som kommer att ske innanför. När alla rotprover var klara så lämnade vi dem i början av april 2014 tillsammans med den ovanjordiska biomassan till Karl-Erik Gustavsson som är forskningsingenjör vid Sveriges Lantbruksuniversitet i Alnarp. Tillsammans med Karl-Erik så malde vi alla rotprover i en speciell maskin Retsch MM 400, som skakade proverna i små burkar 30 ggr/sekund i två minuter och sedan fick man ut det malda rotprovet som sedan kunde lämnas till analys. C- och N-analysen samt askhaltsbestämning gjorde Karl-Erik Gustavsson. Efter vi fått analysresultaten från Karl-Erik Gustavsson så sammanställdes alla siffror och tillsammans med Jan-Eric Englund som är Universitetslektor i statistik på Sveriges Lantbruksuniversitet i Alnarp la vi in dem i Minitab version 16 och gjorde en variationsanalys (ANOVA) för att på så sätt kunna få ut resultaten med statistisk säkerhet. Efter vi fått de statistiska resultaten så sammanställdes resultaten.

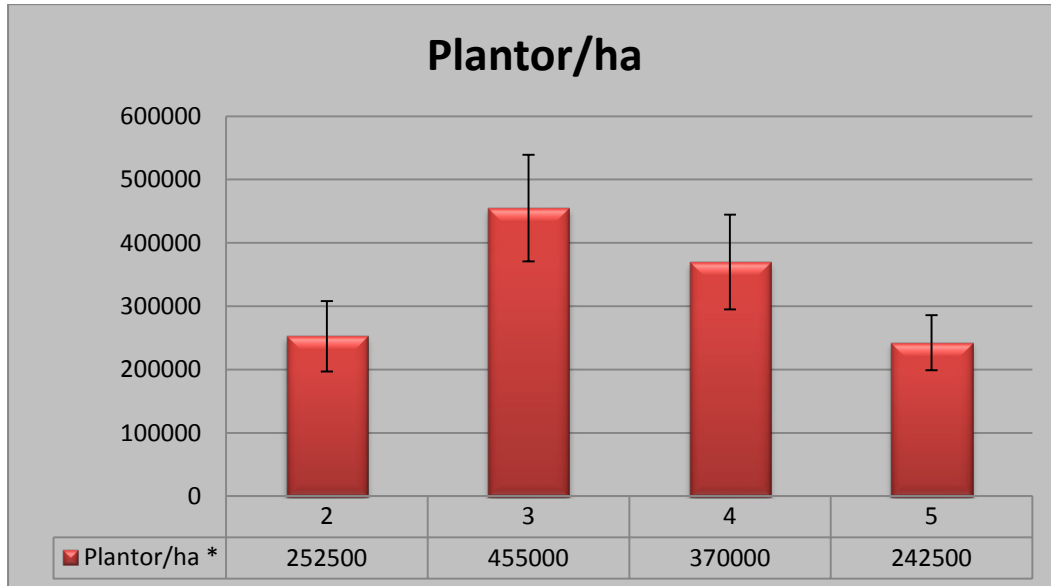
## Felkällor

I detta försök finns det många felkällor som har kunnat påverka resultatet, men åtgärder har vidtagits för att minimera felkällorna. Dock har det setts till så att felkällorna har varit likvärdiga över alla led. Det har inte accepterats några felkällor som endast påverkat ett led, då har det istället undvikits att ta fram resultat för detta led. Det gäller framförallt komplikationerna kring led 1. Har det inte gått att göra en likvärdig jämförelse så har det varit bättre att bortse från det ledet i just det resultatet. Exempel på felkällor som kan ha påverkat alla leden är bland annat vid rottvätten, att det kan ha försvunnit en del rötter oavsett led under tvätten. En annan liten felkälla är rotmängden. I det resultatet finns alla fem leden med, även kontrollrutan. Dock fick det göras ett antagande att rotmängden i proven i led 1 är representativt över hela arealen. Detta antagande möjliggjorde att få fram ett värde på rotmängden i kg/ha i led 1. Det blir en felkälla här, vilken är likvärdig för alla led då cylindern som proven togs med endast var 10 cm i diameter medan det är 12,5 cm mellan såradena. Här antog vi att de sista 2,5 cm som uteblir i provtagningen är likvärdiga med själva provet, dock är skillnaden att både oljerättika och Strukturator har pålrot och det leder till att sannolikheten inte är lika stor för rötter utanför cylindern där jämfört med kontrollrutan vilken var kornstubb.



## RESULTAT & DISKUSSION

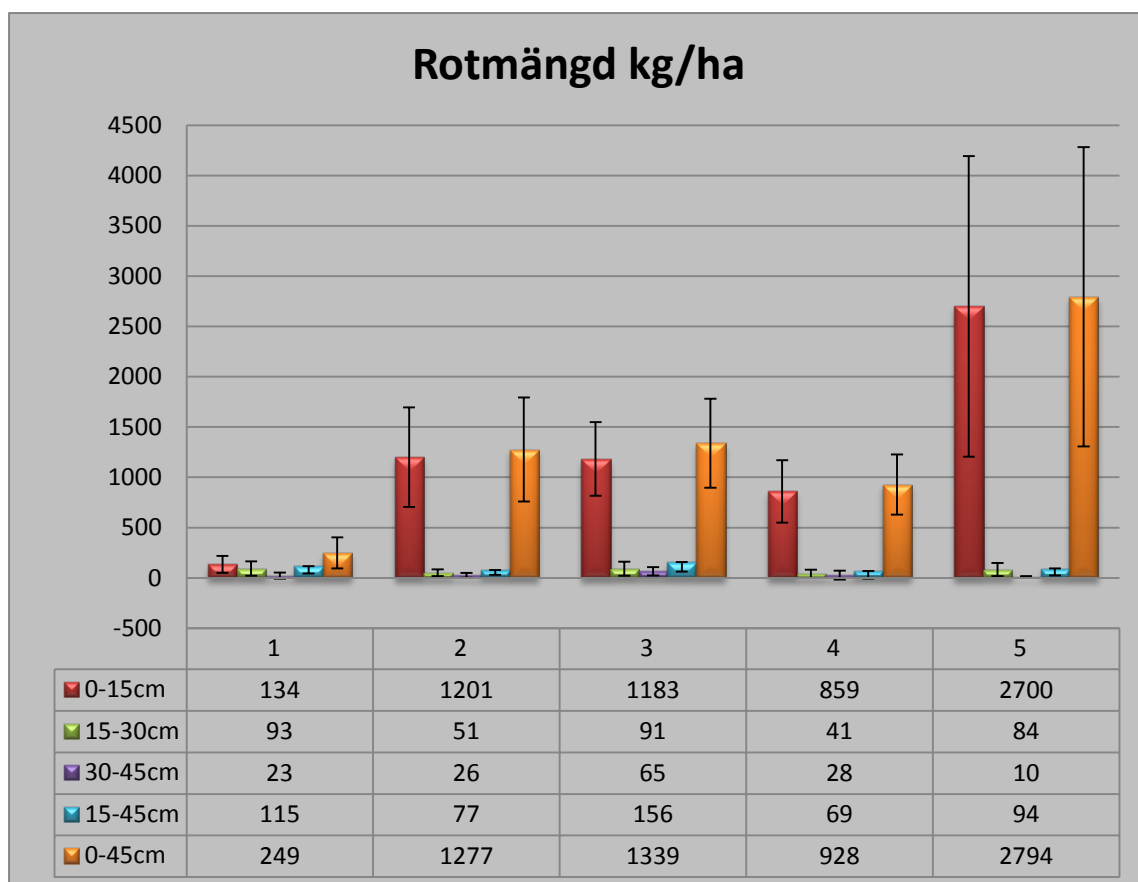
### Antal plantor/ha



Figur 6. Antalet plantor per hektar. I led 1 fanns det bara stubb och därför gick det inte att räkna några plantor.

Figur 6 visar att led 3 har högst antal plantor, efter att statistik gjorts på resultatet så bekräftades det att det fanns en signifikant skillnad både mellan led 3 och led 4 samt mellan led 4 och led 2 och 5. Led 4 har näst högst plantantal. Det fanns ingen signifikant skillnad mellan led 2 och 5. Anledningen till den signifikanta skillnaden mellan led 3 och 4 beror enkelt sagt på utsädesmängden. I led 3 såddes strukturatorn med 1/3 högre utsädesmängd jämfört med led 4, 20 respektive 15 kg/ha, vilket gett resultat i försöket. Anledningen till den signifikanta skillnaden mellan led 4 och led 2 är inte utsädesmängden, då den var lika hög i de båda leden. Här är istället skillnaden att led 4 är oljerättika medan led 2 är Strukturator. Skillnaden beror på att oljerättikan har en lägre tusenkornvikt, så att det blir fler plantor per hektar trots samma utsädesmängd. Led 1, kontrollrutan, bestod av kornstubb och det ledde till att en uppskattning av plantantalet uteblev.

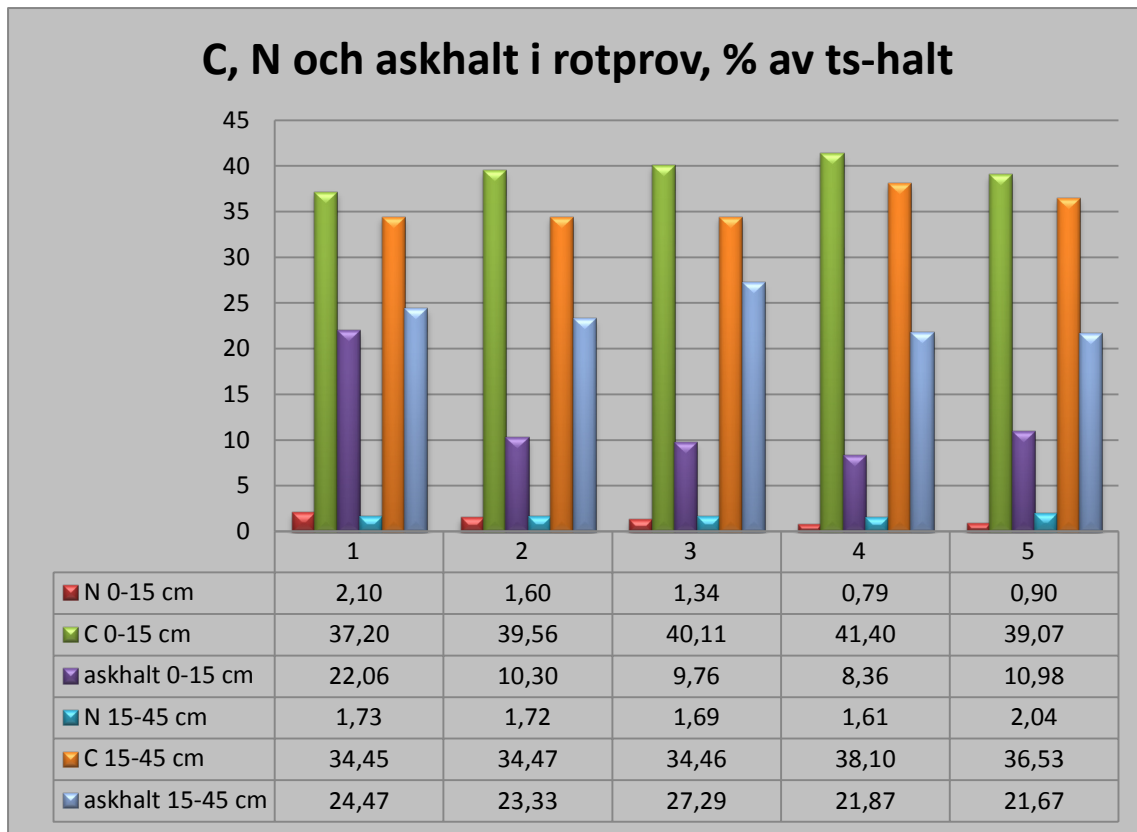
## Rotmängd i kg/ha



Figur 7. Illustrerar rotmängden i kg per hektar på de olika provtagningsdjupen samt den totala rotmängden över alla djupen.

Figur 7 visar att rotmängden i led 5 är signifikant större i det översta skiktet, och även i den totala markprofilen. Dock är skillnaden inte signifikant i skiktet 15-45 cm. Liksom i resultatet för rotmängden i g/planta (se bilaga 3) så är leden likvärdiga när man kommer under ett djup på 15 cm. Led 1 har dock en betydligt lägre mängd i kg/ha i hela markprofilen, vilket är rimligt då det endast är kornstubb.

## C, N och askhalt i rotprov, % av ts-halt



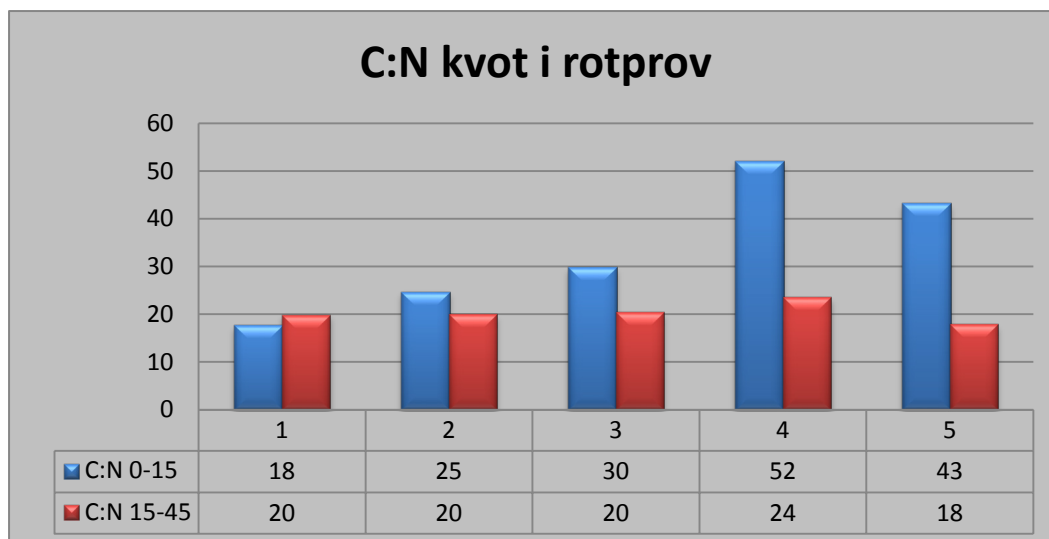
Figur 8. Illustrerar kväve, kol och aska i procent av ts-halten på de olika provtagningsdjupen.

Kvävehalten i rötterna skiljer sig i de olika leden i det översta skiktet (figur 8). I mindre rötter är kvävehalten högre än i grövre rötter och därför är det inte så konstigt att kvävehalten är högst i led 1, vilket endast består av kornrötter. I led 4 och 5 är kvävehalten lägst, dels på grund av att strukturatomer i led 5 är betydligt grövre än mellangrödan i de resterande leden. Den låga kvävehalten i led 4 beror på att det är en helårsgröda som putsats ner under sommaren och återväxten av den ovanjordiska biomassan har lett till att kvävet har lämnat rötterna för att tillgodose återväxten. I de nedre skikten, 15-45 cm, är det ingen signifikant skillnad på kvävehalten. Alltså beror detta på att rötterna är likvärdiga i storlek i alla leden.

Resultatet visar att det fanns högre halt kol i rötterna i skiktet 0-15 cm än vad det fanns i skikten 15-45 cm för alla leden. Det fanns högre halt kväve i rötterna i skikten 15-45 cm än vad det fanns i 0-15 cm förutom i led 1. Där fanns det mest kväve i skiktet 0-15 cm. Det fanns högst halt aska i rötterna i skiktet 15-45 cm. Kolhalten ligger runt 40 % av ts-halten i alla leden, lite lägre i led 1 med de finare rötterna, men annars skiljer det inte sig signifikant.

Askhalten är betydligt högre i led 1 i det översta skiktet, men i skiktet 15-45 cm är den likvärdig för alla leden. Detta beror på att rötterna är i likvärdig storlek på det djupet vilket har konstaterats via provresultaten.

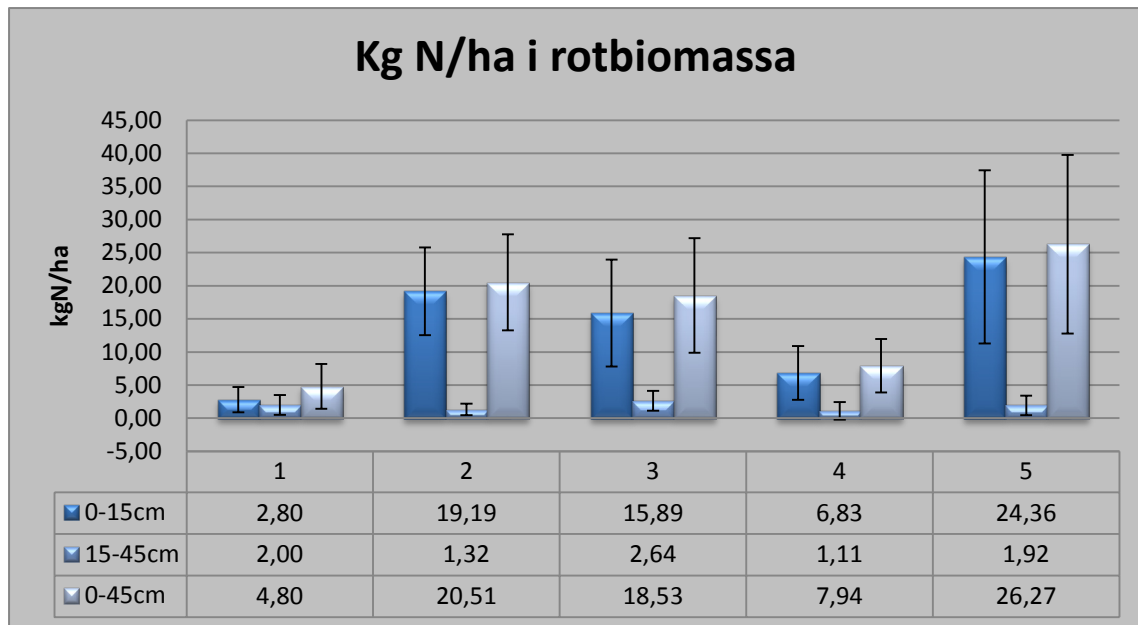
## C:N kvot i rotprov



Figur 9. Illustrerar C:N-kvoten i de olika skikten för rotproven.

C:N-kvoten skiljer sig mellan de olika leden (figur 9). I det översta skiktet är C:N-kvoten lägst i led 1. Detta beror på att kvävehalten var högre samt kolhalten lägre jämfört med de andra leden. Högst C:N-kvot var det i led 4 och det beror på att den var motsatsen till led 1, alltså en låg kvävehalt och en hög kolhalt. C:N-kvoten avgör hur snabbt kvävet kan frigöras från mellangrödan, ifall det blir mineralisering eller ifall det blir immobilisering innan kvävet frigörs. Beroende på kvävebehovet i efterföljande gröda är det bra att veta C:N-kvoten. Då kan man på ett ungefär räkna ut när kvävet från mellangrödan finns tillgängligt och kan då avgöra om den efterföljande grödan behöver kvävet vid den tidpunkten eller inte.

## Kg N/ha i rotbiomassa

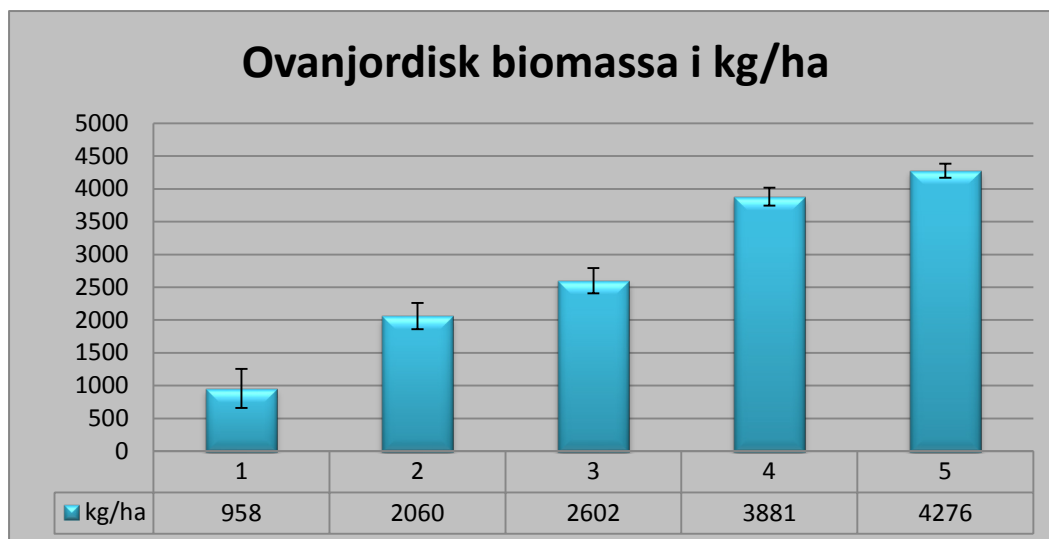


Figur 10. Den totala mängden kväve i kg per hektar av rotbiomassan i de olika skikten och totalt i alla skikten.

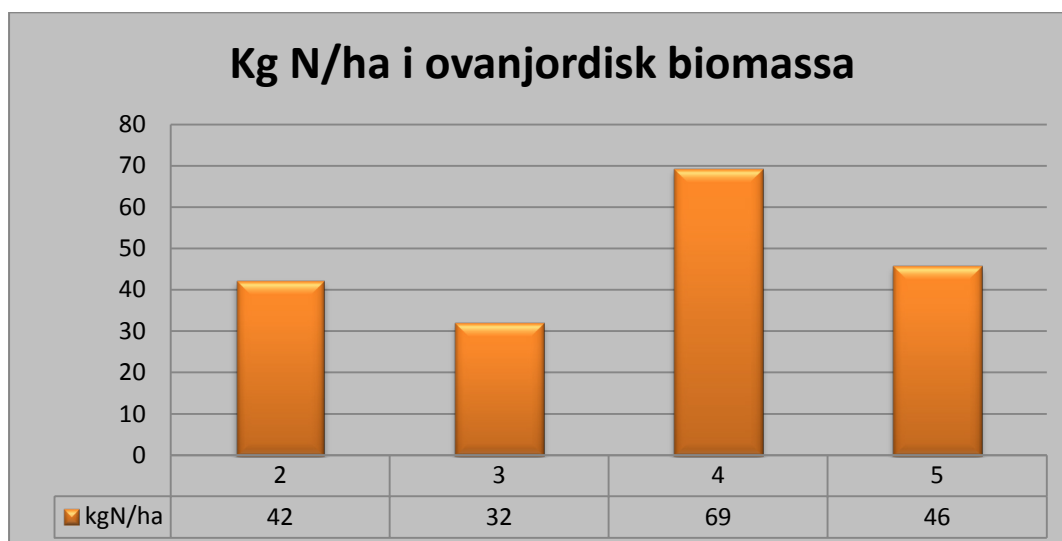
I detta resultat tillkommer återigen led 1 eftersom resultat på rotmängd i kg/ha finns för det ledet och därför har det även gått att räkna ut mängden kväve per hektar (figur 10). I det översta skiktet samt i den totala kvävemängden i den undersökta markprofilen finns ingen signifikant skillnad mellan led 2, 3 och 5. Kvävemängden är dock högst i led 5 vilket beror på den höga rotmängden per hektar samt förfrukten. I led 2, även detta en Strukturator, är kväveinnehållet näst högst och detta beror på den höga kvävemängden per planta, och led 3 har nästan lika hög kvävemängd per hektar, vilket beror på det höga plantantalet per hektar samt en relativt hög kvävehalt enligt analysen. Led 1 och 4 har en betydligt lägre kvävemängd i rotsystemet per hektar. I led 1 beror detta sannolikt på den låga mängden rotbiomassa, vilket den höga kvävehalten inte kan kompensera. I led 4 beror det istället på den låga kvävehalten. Den låga kvävehalten beror på återväxten av ovanjordisk biomassa, att återväxten tömt roten på kväve och att roten därefter inte hunnit ta upp mer kväve efter det eller att det eventuellt inte fanns mer kväve tillgängligt i jorden.

I skiktet 15-45 cm skiljer sig inte leden signifikant åt. Detta beror på att alla leden har en relativt likvärdig rotbiomassa per hektar och därför skiljer sig mängden upptaget kväve inte signifikant mellan leden.

## Ovanjordisk biomassa i kg/ha



Figur 11. Illustrerar den ovanjordiska biomassan i kg per hektar för de olika leden.



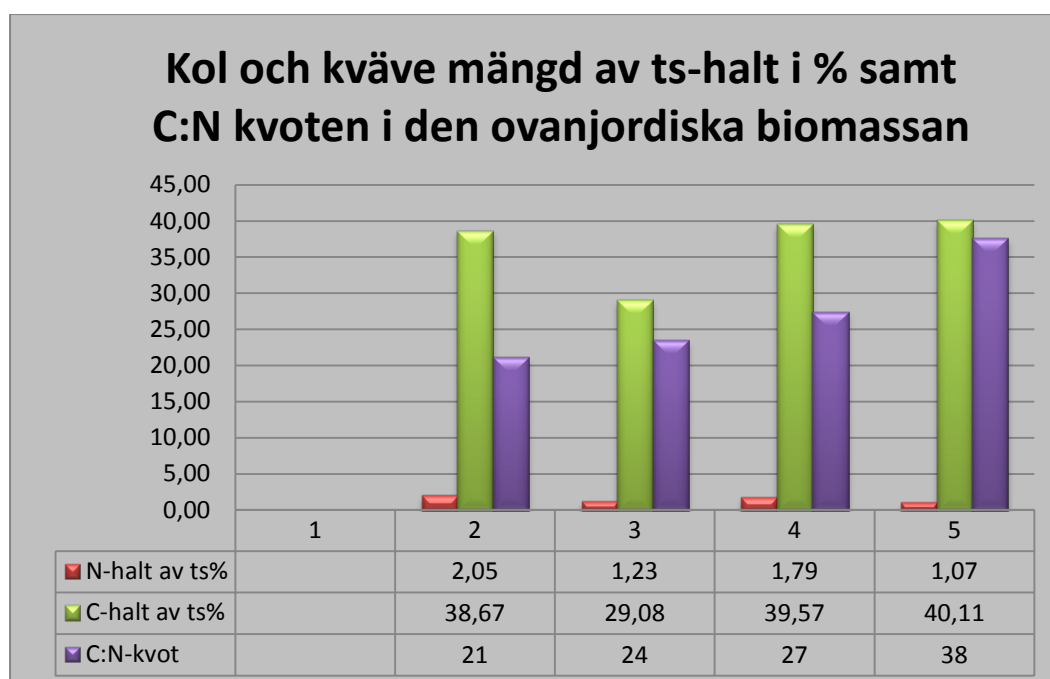
Figur 12. Illustrerar mängden kväve i kg/ha av den ovanjordiska biomassan. I led 1 gjordes ingen kväveanalys.

Resultatet visar att det fanns mest ovanjordisk biomassa i led 5, maträttika med rödklövervall som förfrukt, med en vikt på cirka 4200 kg per hektar (figur 11). I led 4, helårsoljerättika var det en ovanjordisk biomassavikt på cirka 3900 kg per ha.

I figur 12 finns återigen inte led 1 med. Detta på grund av att det aldrig togs något analysprov på detta led av HIR Kristianstad. Dessutom har det inte funnits möjlighet att göra en statistisk undersökning då det som analyserades var samlingsprov från alla leden och inte ett prov för varje upprepning. Med andra ord är kvävehalten i analysen ett medelvärde för alla upprepningarna i varje led. Detta resultat finns dock med för att kunna få ett helhetsperspektiv på mellangrödorna i de olika leden. Högst kväveinnehåll per hektar har led 4, på grund av att kvävehalten är hög, men även för att den har en hög mängd biomassa per hektar.

En notering som gjordes var att ts-halten var högre i strukturatorn än i oljerättikan. Resultatet visar att led 4 med helårsoljerättikan hade störst mängd kväve, cirka 70 kg i den ovanjordiska biomassan per hektar. De andra leden är ganska lika men oljerättikan som är sådd efter skörden av vårkorn har minst mängd kväve med cirka 30 kg per hektar.

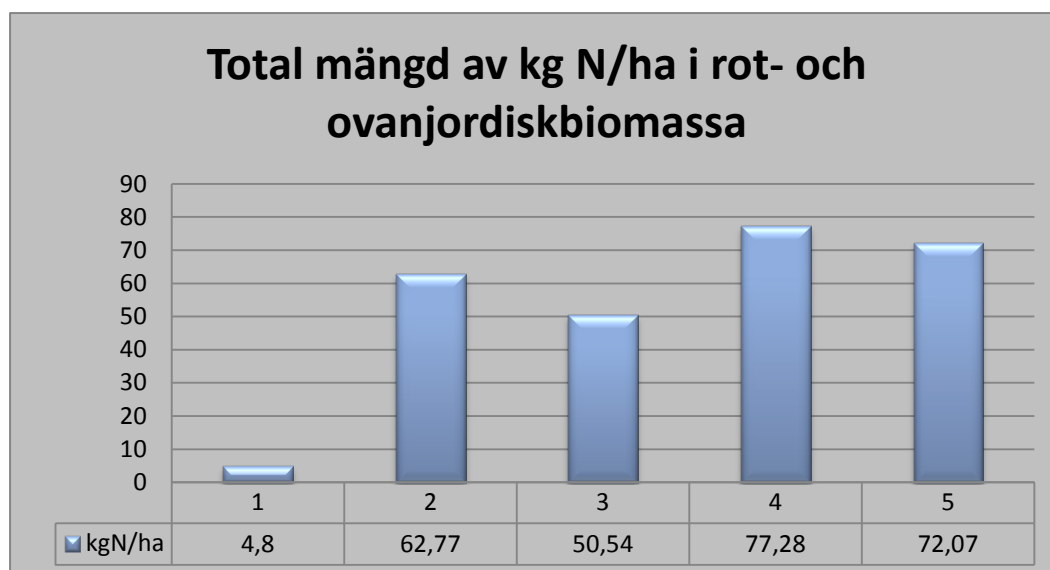
### Mängd kol och kväve av ts-halt i % samt C:N kvoten i den ovanjordiska biomassan



Figur 13. Illustrerar mängden kol och kväve av ts-halt i procent av den ovanjordiska biomassan, samt C:N-kvoten i den. Det har inte gjorts någon analys i led 1 på grund av att det inte klipptes någon ovanjordisk biomassa i led 1.

Figur 13 visar att i led 3 så är kol-halten mindre jämfört med de andra leden. Kvävehalten var nästan lika stor i alla fyra leden. C:N-kvoten blev störst i led 5 med maträttika som gröda och rödklövervall som förfrukt.

## Total mängd av kg N/ha i rot- och ovanjordiskbiomassa



Figur 14. Den totala mängden kväve per hektar i ovanjordisk biomassa och i rötterna. I led 1 saknas den ovanjordiska biomassan.

För att få ett helhetsintryck så är detta den sista figuren, vilken visar det totala upptaget av kväve i de olika leden (figur 14). Här går det att konstatera att kväveupptaget är någorlunda likvärdigt mellan leden förutom i led 1. I led 1 finns dock inte mängden kväve i den ovanjordiska biomassan med, därför är den betydligt mindre. Men i de resterande leden går det att se likheter och skillnader i kväveupptaget. Trots att led 5 har högre biomassamängd så har den en betydligt lägre kvävemängd i den ovanjordiska biomassan och är därmed inte det led som tagit upp mest kväve totalt. Resultatet visar att i led 4 och 5 är det inte så stor skillnad på den totala mängden kväve per hektar. I led 2 är det lite mindre än i led 4 och 5. I led 3 är det mindre mängd kväve än i led 2. I led 1 är det minst mängd kväve per hektar jämfört med de andra leden.



## SLUTDISKUSSION

För att kunna säkerställa resultaten i försöket är det intressant att jämföra våra resultat med resultat från andra försök inom samma område. Kväveupptaget i detta försök är relativt likvärdigt med andra försök med oljerättika. I försöket vi jämfört med, där oljerättika etablerats i höstvetete, har man kommit fram till att oljerättikan tar upp 10-34 kg kväve per hektar (Adholm, 2004). I våra resultat ligger kväveupptaget för oljerättikan på 50-70 kg/ha, vilket är det dubbla. Anledningen till skillnaden kan vara att i vårt försök har etableringen varit bättre, medan i det andra försöket så såddes mellangrödan i växande huvudgröda, vilket kan ha inneburit en sämre uppkomst. Dock bör grödan, om den har en något så när bra rotutveckling ta upp all tillgänglig näring ur marken, långsiktigt sett (Andersson, 2014).

En annan intressant jämförelse i vårt försök jämfört med ett annat försök är C:N-kvoten. I det andra försöket framgick att C:N-kvoten låg på runt 10 för mellangrödor med ungefär samma såtidpunkt (Torstensson m.fl. 2011). I vårt försök ligger den genomsnittliga kvoten på runt 30 (figur 13). Detta är ett intressant resultat då C:N-kvoten är avgörande för hur tidigt kvävet frigörs från mellangrödan. Varför det skiljer sig är svårt att veta. Det kan ha en geografisk aspekt, då man i vårt försök eventuellt har varmare jordar och man har därmed skördat huvudgrödan tidigare och därför även hunnit etablera mellangrödan tidigare. Såtidpunkterna framgår inte i det andra försöket och därför är detta endast spekulationer, men ifall det stämmer så har mellangrödan i vårt försök hunnit växa mer och har hunnit bilda mer fibrer, vilket leder till en högre kolhalt och lägre kvävehalt.

I försök kring oljerättika har man kommit fram till att den kan etablera rötter ner till 2,4 meters djup (Kristensen, Thorup-Kristensen, 2004). I ett annat försök har man kommit fram till att det krävs 750 daggrader för att oljerättikan ska etablera rötter ner till en meters djup (Thorup-Kristensen 2000). Höstraps, som tillsammans med både oljerättikan och strukturatom tillhör Brassicafamiljen, hinner under hösten ackumulera 400-500 daggrader och det borde vara likvärdigt för led 2 och 3 i vårt försök, då de har haft ungefär samma såtidpunkt. Med detta konstaterat så borde rötterna i försöket nått ner minst 50 cm i marken, vilket de inte har gjort enligt våra resultat. I skiktet 45-60 cm fanns det inga rötter i något av leden. Än märkligare är det att i led 4 som etablerats redan i maj månad och därmed hunnit uppnå 750 daggrader och trots detta inte har ett rotsystem som går djupare än 45 cm.

Jordarten i vårt försök är mestadels sand och grovmo både i matjorden och i alven. På sandjordar kan en förklaring till varför rötterna inte gått ner speciellt mycket vara att markmotståndet är högt och att marken ofta saknar sammanhängande grova porer i alven (Greppa Näringen, 2010). Syrebrist kan också hålla tillbaka rotutvecklingen och även skada rötterna i nästan alla typer av jordarter (Greppa Näringen, 2010). I försök så har rottillväxten i mellansand upphört ett par cm under plöjningsdjupet (Greppa Näringen, 2010).

Vid jämförelse mellan leden i försöket går det att konstatera att led 4, helårsoljerättikan är det led som tagit upp mest kväve. I led 4 finns en liten felkälla som påverkar det

slutgiltiga resultatet och det är att detta led har putsats ner en gång under sommaren, när de första skidorna syntes.

Detta gör det svårt att avgöra det totala upptaget av kväve då biomassan som putsades ner innehöll kväve som inte ingår i resultatet. Därför kan man anta att den har tagit upp ännu lite mer kväve under året än vad som framgår i resultatet.

Led 2 och 3 har haft likvärdiga förutsättningar, samma såtidpunkt, samma förfrukt samt likvärdig kvävegödsling vid sådd. Enda skillnaden är att led 3 hade en högre utsädesmängd. I resultatet visas att led 2, strukturatorn, har tagit upp en högre mängd kväve både per planta, i rotbiomassan och den ovanjordiska biomassan, samt per hektar. Med detta resultat går det att dra slutsatsen att enligt detta försök så är strukturatorn bättre på att ta upp kväve, i jämförelsen mellan led 2 och 3.

Led 4 och 5 har haft väldigt olika förutsättningar, både jämfört med varandra och jämfört med resterande led. Därför finns det många olika anledningar till varför dessa två leds kväveupptag är högst. Att led 4 har tagit upp mest kväve beror på att den såddes ungefär två månader innan led 5 samt ungefär tre månader innan led 2 och 3. Att led 5 har näst högst kväveupptag beror delvis på att den såddes ungefär en månad innan led 2 och 3 samt hade rödklövervall som förfrukt, vilket innebär en stor mängd lättillgängligt kväve. Ett konstaterande som gjordes var att det inte var speciellt mycket rötter i de djupare skikten. Det hittades inga rötter på skiktet 45-60 cm, vilket vi hade trott från början, eftersom en av anledningarna till att just dessa mellangrödor sås in är för att få en biologisk djupluckring. En förklaring kan vara att det har funnits mycket kväve i det översta skiktet och det har gjort att mellangrödorna inte behövt söka sig längre ner.

## **Slutsats**

Resultatet angående kväveupptaget i detta försök stämmer överrens med resultat ur andra likvärdiga försök. Rötterna växer sig inte djupare ner i markprofilen på grund av jordarten. Hade försöket varit placerat på en plats med annan jordart så hade rotdjupet varit mer varierat mellan leden i försöken. Strukturatorn verkar, enligt detta försök, ha en något högre förmåga till att ta upp kväve jämfört med oljerättikan. Även förfrukten är en viktig aspekt gällande kväveupptaget då olika förfrukter innehåller olika mycket kväve som frigörs vid nedbrytning och tas upp av nästkommande gröda.

## REFERENSER

### Skriftliga

- Adholm, A., (2004). *Vårsådd av fånggrödor i höstvet*. Skåneforsöken L3-2259, Hushållningssällskapet Malmöhus. <http://www.skaneforsoken.nu> [Rapport]
- Aronsson, H., Bergkvist, G., Stenberg, M., Wallenhammar, A-C., (2012). *Gröda mellan grödorna – samlad kunskap mellan grödorna*. Jordbruksverket Jönköping. [Jordbruksverkets rapport 2012:21]
- Bergkvist, G., (2003). *Perennial Clovers and Ryegrasses as Understorey Crops in Cereals*. Uppsala. Sveriges Lantbruksuniversitet. [Doktorsavhandling]
- Bertilsson, G., (2002). Kväve – från teori till praktiska frågor. [Internet] <http://www.grengard.se/nsv.htm> [2014-04-29]
- Europeiska gemenskaperna, (2009) Minska halt av organiskt material – Hållbart jordbruk och markskydd, Markförstöring Nr.3. Europeiska gemenskaperna [Faktablad]
- Greppa Näringen (2010) [Internet] <http://www.greppa.nu/uppslagsboken/markbordighet/markpackning/packningens effekter/rotutvecklingochfunktion.4.1c0ae76117773233f7800012602.html> [2014-05-23]
- Jordbruksverket, (2013). *Nyheter och översikt 2013 - Stöd till landsbygden*. Jordbruksverket Jönköping [Broschyr]
- Kristensen, H. L., Thorup-Kristensen, K., (2004). Root growth and nitrate uptake of three different catch crops in deep soil layers. Soil Science Society of American Journal 68: 529- 537.[Rapport]
- Markinfo (2007) [Internet] <http://www-markinfo.slu.se/sve/kem/cnph/kol.html> [2014-05-21]
- Petersson, G., (2006). *Kemisk miljövetenskap*. 6:e upplagan 2006. [Bok]
- Pålsson, O., (2006). *Vitsenap och oljerättika som mellangröda*. Borgeby. Greppa Näringen Nr 10. [Broschyr]
- Pålsson, O., (2007). *Senap och rättika som fånggrödor*. Jordbruksverket [Broschyr]

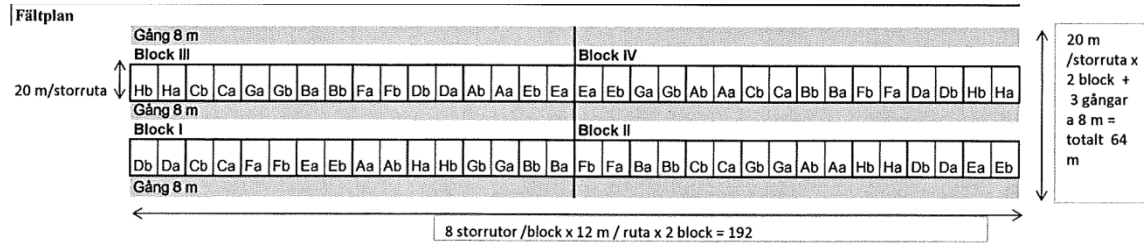
- Thorup – Kristensen, K., (2000). Are differences in root growth of nitrogen catch crops important for their ability to reduce soil nitrate – N content and how can this be measured? Danish Institute of Agricultural Science, Plant and Soil 230: 185-195, 2001. Kluwer Academic Publishers. [Rapport]
- Torstensson, G., Aronsson, H., Ekre, E., (2011). *Utlakningsförsök med vitsenap och oljerättika som eftersådda fånggrödor*. Uppsala. Sveriges Lantbruksuniversitet. [Slutrapport, samarbetsprojekt]
- Wallenhammar, A-C., (2012) *Klumprotsjuka – växtföljd och värdväxter*. Hushållningssällskapet Konsult AB, Örebro. Institutionen för mark och miljö, Sveriges Lantbruksuniversitet Skara.[Powerpoint]

## Muntliga

- Andersson, A., Sveriges Lantbruksuniversitet Alnarp, 2014

# BILAGOR

## Bilaga 1



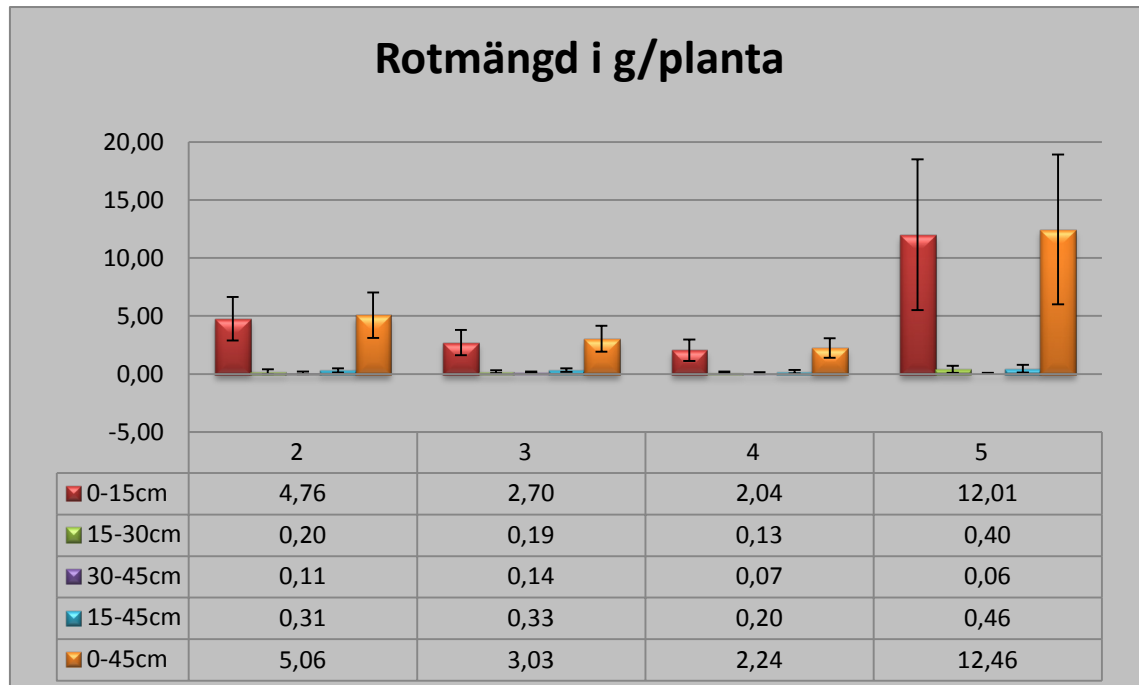
Försöksplan (Hushållningssällskapet Kristianstad, 2013).

**Bilaga 2**



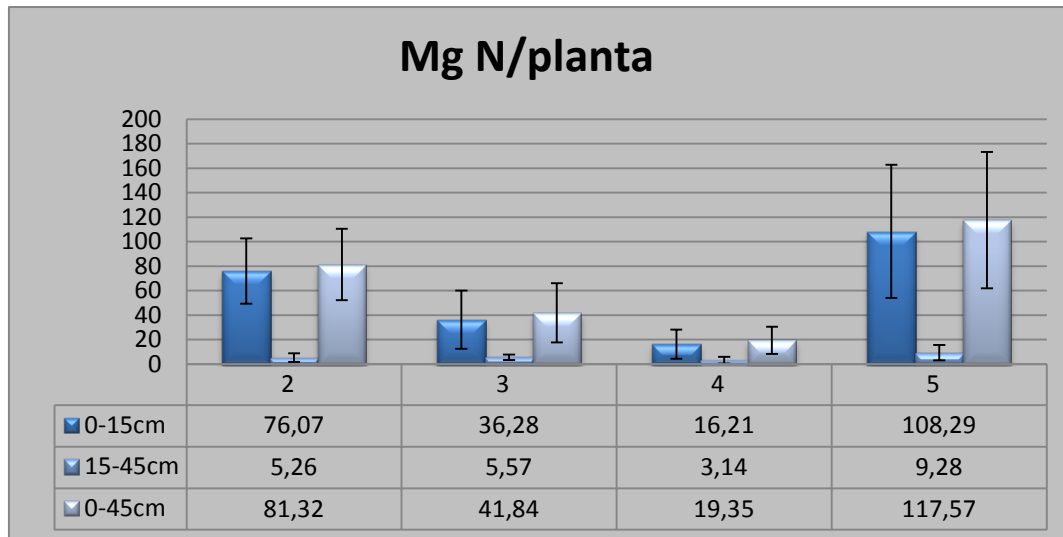
Rotprovtagare.

## Bilaga 3



Bilaga 3. Illustrerar medelvikten i gram per planta från alla blocken i de olika djupen samt sammanslagningar och totalt per prov.

## Bilaga 4



Bilaga 4. Illustrerar mängden kväve i rötterna i milligram per planta på de olika djupen samt för hela plantan.