



**SVERIGES  
LANTBRUKSUNIVERSITET**

## **RESURSBEVARANDE ODLING MED MARKTÄCKNING OCH GRUND INBRUKNING AV VÄXTMATERIAL**

The use of soil mulching and shallow incorporation of  
organic material in sustainable agriculture

**Birger Danfors  
Harry Linnér**

---

**Institutionen för markvetenskap  
Avdelningen för lantbrukets hydroteknik**

**Swedish University of Agricultural Sciences  
Department of Soil Sciences  
Division of Agricultural Hydrotechnics**

**Avdelningsmeddelande 93:5  
Communications**

**Uppsala 1993**

ISSN 0282-6569

ISRN SLU-HY-AVDM--93/5--SE

---



Denna serie meddelanden utges av Avdelningen för lantbrukets hydroteknik, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala. Serien innehåller sådana forsknings- och försöksredogörelser samt andra uppsatser som bedöms vara av i första hand internt intresse. Uppsatser lämpade för en mer allmän spridning publiceras bl a i avdelningens rapportserie. Tidigare nummer i meddelandeserien kan i mån av tillgång levereras från avdelningen.

This series of Communications is produced by the Division of Agricultural Hydrotechnics, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala. The series consists of reports on research and field trials and of other articles considered to be of interest mainly within the department. Articles of more general interest are published in, for example, the department's Report series. Earlier issues in the Communications series can be obtained from the Division of Agricultural Hydrotechnics (subject to availability).

---

Distribution:

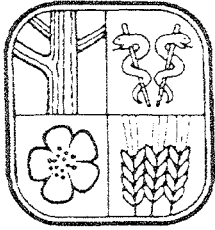
Sveriges Lantbruksuniversitet  
Institutionen för markvetenskap  
Avdelningen för lantbrukets hydroteknik  
Box 7014  
750 07 UPPSALA

Tel. 018-67 11 69, 67 11 81

Swedish University of Agricultural Sciences  
Department of Soil Sciences  
Division of Agricultural Hydrotechnics  
P.O. Box 7014  
S-750 07 UPPSALA, SWEDEN

Tel. +46-(18) 67 11 69, +46-(18) 67 11 81

---



**SVERIGES  
LANTBRUKSUNIVERSITET**

## **RESURSBEVARANDE ODLING MED MARKTÄCKNING OCH GRUND INBRUKNING AV VÄXTMATERIAL**

The use of soil mulching and shallow incorporation of organic material in sustainable agriculture

**Birger Danfors  
Harry Linnér**

---

**Institutionen för markvetenskap  
Avdelningen för lantbrukets hydroteknik**

**Swedish University of Agricultural Sciences  
Department of Soil Sciences  
Division of Agricultural Hydrotechnics**

**Avdelningsmeddelande 93:5  
Communications**

**Uppsala 1993**

ISSN 0282-6569

ISRN SLU-HY-AVDM--93/5--SE

---





## FÖRORD

Jordbrukstekniska institutet och Avdelningen för hydroteknik, Institutionen för markvetenskap vid Sveriges Lantbruksuniversitet har i samarbete genomfört en undersökning över resursbevarande odling med marktäckning och grundinblandning av växtmaterial. Arbetet inleddes med planering under vintern 1988/89 och med de första fältförsöken våren 1989. Studien är delvis en fortsättning av tidigare arbeten med marktäckning som utförts vid Avdelningen för hydroteknik. Erfarenheter är hämtade från dessa tidigare studier men den här presenterade undersökningen har för att möjliggöra användning av maskiner för marktäckningen getts en arealmässigt större omfattning än vad man tidigare haft.

Fältförsöken, placerade på tre olika gårdar i Västmanland, har varit fastliggande under tre år. Arbetet har fördelats så att Försöksavdelningen för hydroteknik har svarat för de biologiska, markfysikaliska och markkemiska undersökningarna och mätningarna medan Jordbrukstekniska institutet då det gäller marktäckningen skött den maskintekniska delen av studien. Hushållningssällskapet i Västmanlands län har anlitats för jordbearbetning, gödsling, sådd och skörd. Sällskapet har också ansvarat för kontroll av uppkomsten, provtagningar samt för ogräsräkningen.

Vid sammanställning av rapporten har statsagronom Harry Linnér skrivit inledning och refererat tidigare undersökningar över marktäckning. Han har vidare svarat för de delar som rör markfysikaliska och markkemiska data, uppgifter om ogräs, grödans uppkomst och avkastning. Forskningsledare Birger Danfors, JTI, har skrivit avsnitten som berör de maskintekniska frågorna. Diskussionsavsnittet har utarbetats gemensamt av Harry Linnér och Birger Danfors.

I anslutning till studien har ett examensarbete genomförts av agr. stud. Anders Båth vid försöksavdelningen för hydroteknik. Denna undersökning har omfattat studier av marktäckningens inverkan på rotutveckling, vattenomsättning, marktemperatur, syrehalt i marken m m. Resultaten presenteras i en separat rapport (se litteraturförteckningen).

Översättning till engelska av sammanfattning och diskussion har utförts av fil. kand. Nigel Rollison.

Studien har finansierats med medel från Stiftelsen Lantbrukets forskning.

Till alla som på olika sätt medverkat till studiens genomförande framförs härmed ett varmt tack. Ett särskilt tack riktas till försöksvärdarna Kurt Hansson, Sven Erik Johansson och Göran Vangbo som med konstruktiva idéer och synpunkter och genom att ställa mark och utrustning till förfogande varit till ovärderlig hjälp i arbetet.

Ultuna, Uppsala i augusti 1993



# INNEHÅLL

Sida

SAMMANFATTNING .....	7
SUMMARY .....	9
DISCUSSION .....	10
Technology for mulching .....	12
Machinery used .....	12
Introductory studies of seed coulters .....	13
Seed drills for a new cultivation technique .....	13
Proposed new cultivation technique .....	14
INLEDNING .....	16
TIDIGARE UNDERSÖKNINGAR MED MARKTÄCKNING .....	16
METODIK .....	18
Försöksplan .....	18
Spridningsteknik vid marktäckningen .....	19
Försöksutrustning .....	19
Täckningsmaterial - fördelning, mängder och analyser .....	21
Markstudier, mätningar och analyser .....	21
FÖRSÖKSPLATSER OCH FÖRSÖKSBETINGELSER .....	22
Markkemiska analyser .....	22
Markfysikaliska analyser .....	22
Nibble .....	23
Norrbäck .....	26
Ålbo .....	29
Nederbörd .....	32
RESULTAT .....	33
Mängden utspritt material och kväveinnehåll .....	33
Effekter på avkastning och kvalitet .....	35
Nibble 1989 .....	35
Nibble 1990 .....	35
Nibble 1991 .....	36
Nibble 1989-91 .....	46
Norrbäck 1989 .....	46
Norrbäck 1990 .....	46
Norrbäck 1991 .....	47
Norrbäck 1989-91 .....	48
Ålbo 1989 .....	58
Ålbo 1990 .....	58
Ålbo 1991 .....	59
Ålbo 1989-91 .....	59

Sammanfattning av resultaten från Nibble, Norrbäck och Ålbo 1989-91 .....	73
Mineralkväve i marken .....	73
Nibble .....	73
Norrbäck .....	74
Ålbo .....	74
Genomsnittlig effekt av marktäckningen på mineralkväve- innehållet i marken .....	79
Marktäckningens inverkan på ogräsförekomsten .....	79
Utveckling av nya såbillar .....	80
<b>DISKUSSION</b> .....	81
Maskinteknik för marktäckning .....	82
Använda maskiner .....	82
Inledande studier av såbillar .....	83
Behov av såmaskiner för en ny odlingsteknik .....	84
Förslag till ny odlingsteknik .....	84
<b>LITTERATUR</b> .....	86



## SAMMANFATTNING

Studien över resursbevarande odling med marktäckning och grund inbrukning av växtmaterial har med stöd från Stiftelsen Lantbruksforskning genomförts som ett samarbetsprojekt mellan Jordbrukstekniska institutet och Försöksavdelningen för hydroteknik vid Institutionen för markvetenskap vid SLU. Undersökningarna har bedrivits som fältförsök vid tre gårdar i Västmanland under åren 1989-1991. Parallellt med fältstudierna har också ett utvecklingsarbete genomförts för framtagning av såbillar och utveckling av såteknik anpassad till de delvis nya förutsättningar som skapas vid odling med marktäckning och extra tillförsel av organiskt material till såbädden.

Tidigare undersökningar med marktäckning har ofta visat mycket positiva effekter på avkastningen. Som exempel kan nämnas undersökningar med olika typer av marktäckning på mjälliga lerjordar vid Ålbo 1981-1988. I medeltal ökade avkastningen av vårsäd med omkring 30 % eller över 1100 kg/ha vid marktäckning.

I föreliggande undersökning studerades årlig marktäckning med cirka 5 ton torrsbstans per hektar av ensilage, hö och halm efter sådden av vårsäd. Vidare studerades effekterna av tillförsel och inbrukning av de nämnda materialen på hösten efter skörden. I försöken ingick fyra kvävenivåer (0, 40, 80 och 120 kg/ha). Försöken plöjdes inte utan bearbetades endast med kultivator till cirka 10 cm djup.

Spridningen av hö och halm i storbalar eller mindre balar utfördes med en halmrivare avsedd för halmning i jordgubbsodlingar. På en av gårdarna användes en självlastarvagn för spridning av hö och halm som lösvara. Ensilaget spreds med en stallgödselspridare med mottrycksreglerad matning. Spridningsjämnheten var överlag god men den utspridda mängden avvek ibland avsevärt från den avsedda beroende på materialens olika karaktär. Genom marktäckningen efter sådden tillfördes i genomsnitt 129, 70 respektive 30 kg kväve per hektar med ensilage, hö respektive halm.

Omfattande markfysikaliska och markkemiska analyser gjordes på försöksplatserna. Jordarna kan beskrivas som lerjordar med stort mjälainslag och låg genomsläpplighet för vatten.

I medeltal för alla nio försöken och över alla kvävegivorna höjdes avkastningen av vårsäd med 15, 9, respektive 8 % för marktäckning med ensilage, hö respektive halm efter sådden. Effekten av marktäckning med ensilage var störst (+ 32 %) i leden utan kvävegödsling. Täckning med hö och halm gav störst utslag vid kvävegivan 80 kg/ha med skördeökning på 15 respektive 18 %.

Tillförsel och nedbrukning av extra organiskt material på hösten gav stora positiva effekter i två försök men kraftig skördesänkning i två av de sex försöken. I medeltal gav ensilage en liten skördeökning (4 %). Hötillförsel gav i medeltal inget utslag på skörden medan halm i genomsnitt sänkte kärnsköörden med 7 %. Hö- och halmtillförseln hösten 1990 orsakade kraftig kvävebrist i grödan vid två av försöksplatserna 1991. Sannolikt var orsaken denitrifikation efter stora nederbördsmängder i juni. Upptorkningen tog längre tid i led där hö eller halm hade nedbrukats.

Vid Nibble höjdes avkastningen vid marktäckning efter sådden med ensilage, hö och halm med i genomsnitt 18, 16 respektive 24 %. Effekten var störst vid kvävegivan 80 kg/ha. Tillförsel och nedbrukning på hösten höjde skörden med 6, 5 respektive 8 %. Effekten var störst i leden utan kvävegödsling (+ 15, + 16 respektive + 16 %).

Vid Norrbäck höjde marktäckning med ensilage avkastningen med i genomsnitt 9 %. Hö och halm gav skördesänkning med 8 respektive 15 %. Orsaken var bland annat markpackning vid spridningen av materialet våren 1989 på grund av nederbörd efter sådden. Detta resulterade i kraftig skördesänkning särskilt vid låg kvävetillförsel.

Tillförsel och nedbrukning av organiskt material på hösten gav sänkt skörd på Norrbäck. Hög nederbörd i juni 1991 resulterade i stark kvävebrist särskilt där hö och halm hade nedbrukats föregående höst.

Vid Ålbo höjdes avkastningen vid marktäckning med ensilage med 33 % i genomsnitt. Hö och halm ökade skörden med 18 respektive 10 %. Ensilage hade störst effekt i leden utan kvävegödsling (+ 89 %) medan hö och halm gav störst skördeökning vid kvävegivan 80 kg/ha (+ 24 respektive + 30 %). Nedbrukning av organiskt material på hösten gav skördeökning för ensilage och hö (+ 15 respektive + 4 %) medan halm sänkte skörden med 22 %. I de led där halm nedbrukades uppstod stark kvävebrist 1991.

I rapporten diskuteras möjligheterna att utforma ett nytt resurssnålt och markvårdande odlingsystem som utnyttjar de fördelar som marktäckning kan innebära. Detta kräver bland annat utveckling av såbillar som aktivt bidrar till en sortering av såbädden så att skörderester och extra tillfört material placeras på markytan. Inledande studier av en sådan teknik har påbörjats.

## SUMMARY

This study, into agricultural production with utilization of existing resources by means of mulching and shallow incorporation of plant material, was conducted with support from Stiftelsen Lantbruksforskning (the Foundation for Agricultural Research) in a cooperative project between JTI and the Department of Soil Sciences, Swedish University of Agricultural Sciences. The investigations were conducted as field trials on three farms in the province of Västmanland during 1989-1991. Developmental work was carried out in parallel with the field studies in order to develop seed coulters and development of drilling techniques adapted to the partly new conditions created when mulching techniques are used together with extra supply of organic material to the seedbed.

Earlier studies with mulching have usually shown extremely positive effects on yield. Examples are found in studies with different types of mulching on silty clay soils at Ålbo in 1981-1988. On average, yields of spring grain increased by about 30 % or more than 1 100 kg/hectare when mulching techniques were used.

In the present investigation, studies were made of annual mulching with about 5 tonnes of dry matter per hectare consisting of silage, hay or straw following the drilling of spring grain. Effects of supply and incorporation of the materials mentioned above in the autumn after the harvest were also studied. The trial included four nitrogen levels (0, 40, 80 and 120 kg/hectare). The trials were not ploughed and only cultivated down to a depth of about 10 cm.

The spreading of hay and straw in big bales or in smaller bales was done by means of a straw-shredder designed to spread straw in strawberry fields. On one of the farms, a self-loading trailer was used for spreading hay and straw as a bulk product. The silage was spread with a manure spreader with regulated delivery control. The uniformity of spreading was good on the whole but the amount spread sometimes diverged considerably from the intended amount depending on the different characters of the material. Mulching following drilling led to average additions of 129, 70 and 30 kg nitrogen/hectare with the silage, hay and straw, respectively.

Comprehensive soil physical and soil chemical analyses were made at the trial sites. The soils may be described as clay soils with considerable features of silt and low water permeability.

As an average for all nine trials and over all nitrogen rates, mulching with silage hay and straw after drilling gave yield increases in spring grain of 15, 9 and 8 %, respectively. The effect of mulching with silage was greatest (+ 32 %) in the treatment without nitrogen fertilisation. Mulching with hay and straw gave the best result when the nitrogen rate was 80 kg/hectare, giving yield increases of 15 and 18 %, respectively.

Addition and incorporation of extra organic material in the autumn gave major positive effects in two trials but a massive yield decrease in two of the six trials. On average, silage gave a small yield increase (4 %). Addition of hay had, on average, no effect on the yield, whereas straw, on average, gave a 7 % reduction in grain yield. Supply of hay and straw in the autumn 1990 caused severe nitrogen deficiency in the crop at two of the trials in 1991. The reason



was probably denitrification following the large amounts of precipitation in June. The drying-out took longer in treatments where hay or straw had been incorporated.

At Nibble, mulching with silage, hay and straw after sowing led to yield increases of, on average, 18, 16 and 24 %. The effect was greatest at a nitrogen rate of 80 kg/hectare. Addition and incorporation in the autumn increased the yield by 6, 5 and 8 %, respectively. The effect was largest in the treatment without nitrogen fertilisation (+ 15, + 16 and + 16 %, respectively).

At Norrbäck, mulching with silage increased the yield by 9 %, on average. Hay and straw gave yield decreases of 8 and 15 %, respectively. One of the reasons for this was soil compaction when the material was spread in the spring of 1989 because of precipitation after sowing. This gave a considerable yield reduction, and particularly in treatments with low nitrogen supply.

Supply and incorporation of organic material in the autumn gave yield decreases at Norrbäck. Large amounts of precipitation in June 1991 resulted in a severe nitrogen deficiency, particularly in plots where hay and straw had been incorporated in the previous autumn.

At Ålbo, mulching with silage gave yield increases of 33 %, on average. Hay and straw increased the yield by 18 and 10 %, respectively. Silage had the greatest effect in treatments without nitrogen fertilisation (+ 89 %), whereas hay and straw gave the largest yield increases in plots where the nitrogen fertilisation had been 80 kg/hectare (+ 24 and + 30 %, respectively). Incorporation of organic material in the autumn gave yield increases for silage and hay (+ 15 and + 4 %, respectively), whereas straw gave yield reductions of 22 %. In treatments where straw was incorporated, there was a severe nitrogen deficiency in 1991.

The report discusses possibilities to design a new cultivation system that economizes with resources and, at the same time, preserves the status of the soil whereby the advantages offered by mulching can be utilized. This will require, for example, development of seed coulters that actively contribute to a grading of the seedbed, whereby harvest residues and additionally supplied material are placed on the soil surface. Introductory studies of these techniques have been started.

## DISCUSSION

This investigation into mulching and shallow incorporation of plant material has used a number of earlier studies into mulching as starting-points. Most of the former studies have been conducted on a small scale. In many cases, mulching has resulted in remarkably good results, with increased yields and improved soil structure.

The new study, conducted at three different places, was designed on a relatively large scale in order to enable the use of mechanical equipment in spreading the mulch. The trial sites were selected in order that different soil types were represented.

The results from the different trial sites generally show positive effects of mulching in the spring following sowing. As an average of all nitrogen treatments, the yields increased by 15, 9 and 8 % as a result of mulching with silage, hay or straw, respectively.

Mulching gave very large effects in some trials (Nibble, 1989; Nibble 1991; Norrbäck, 1990; Ålbo, 1990) with yield increases of 1 000 - 2 700 kg/hectare. At Norrbäck in 1990, however, there were negative effects throughout on yield. At Norrbäck and at Ålbo in 1990 the mulching with straw gave large negative effects.

The reason for the positive effects is the protection against evaporation given by mulching, particularly before emergence and at the start of the growing period. Furthermore, mulching protects the soil from puddling and crusting when precipitation falls after sowing. This gives a more uniform emergence, better tillering, better water supply and larger nutrient uptake.

Negative effects of mulching may occur in situations of high precipitation leading to water saturation in the soil. The drying-out will be slower in places where the soil surface is covered by plant material. The risk of negative effects is largest on soils with low water permeability, a small proportion of large pores, and unsatisfactory drainage. On such soils, mulching may increase the risk for long-term water saturation and, consequently, also nitrogen losses through denitrification.

Spreading and incorporation of extra organic material in the autumn gave, on average, small positive effects for silage but negative effects for straw. Incorporation of hay had, on average, no effects on yield.

Choice of time for seedbed preparation and sowing in the spring led to difficulties in the trials since the drying-out occurred at different rates within the different treatments. Drying-out was fastest in treatments without supply of organic matter and required the longest time in treatments where material was supplied and incorporated during the autumn. Sowing time was usually chosen after drying-out in treatments without an extra supply of organic material. This had the result that treatments with autumn-mulching were more sensitive to soil compaction than the other treatments as a result of the poorer degree of drying-out. This probably also contributed to the autumn-mulching in some trials giving large negative effects on yield. In order to avoid this, and not to disadvantage the autumn-mulched treatments, the trial plan should have included differentiated sowing times.

In the six trials with supply of organic material in the autumn, large yield increases were noted in two trials (Nibble, 1990; Ålbo, 1990). Large negative effects were measured at Norrbäck in 1991 and at Ålbo in 1991 where hay and straw supplied in the previous autumn caused severe nitrogen deficiency in the crop. Large amounts of nitrogen were probably lost as a result of denitrification caused by high precipitation and water saturation in the soil. In addition, nitrogen is bound during decomposition of organic material.

The amounts of mineral nitrogen measured in the soil profile were generally lower in mulched treatments both in the spring before sowing and in the autumn after harvest. This applied particularly in treatments mulched with straw. The reason is partly that straw binds nitrogen during decomposition but

also that the crop has taken up larger amounts of nitrogen as a result of the larger yields of grain and straw resulting from the mulching.

Mulching implies that weeds are delayed in their early development. The resulting stronger development of the crop improves its ability to compete with weeds. In some of the trials, the number of weeds decreased in mulched treatments. However, in other trials, there was an increased number of weeds because the mulching material protected the weeds from the herbicide at spraying. Consequently, the weeds in mulched treatments had stronger development. The time for spraying should therefore be adapted to the stage of weed development in plots with different treatments.

## **Technology for mulching**

### Machinery used

In the investigations into mulching and shallow incorporation of plant residues, not only harvest residues remaining after combining but also extra material (5 tonnes dry matter per hectare) has been added, either in the autumn before stubble tillage or in the spring after sowing.

The machines used to achieve the mulching were designed for other purposes (spreading straw in strawberry beds and for manure spreading). Their narrow working widths have not been particularly suitable for large-scale spreading. When considering the relatively small areas, ca. 0.5 hectares in the autumn and the same in the spring at each trial site, they have been acceptable for the present experimental purposes. Apart from the narrow working widths, the uniformity of spreading was good following minor adaptations to the machines. There were some difficulties in spreading the intended amounts of the different materials as a result of strong variations in structure and quality. Subsequent controls and sampling made it possible to calculate the amounts of material supplied and the amounts of nitrogen added by means of mulching.

The material supplied in the autumn was immediately mixed into the seedbed by means of stubble cultivation and thus contributed to the long-term improvement in soil structure. However, being well-distributed in the seedbed, it did not contribute to any great extent to reduce evaporation from the soil surface following sowing, i.e., it has not functioned as mulching during the following year.

A standard seed drill was used for sowing, which implied that plant residues in the seedbed were a problem. The machine did not contribute to any particular extent to sorting the seedbed in order to move harvest residues to the soil surface.

As demonstrated earlier, the most positive effects were obtained when the mulching material was spread after sowing in the spring. At this time the mulching material remained on the surface and functioned as protection against evaporation.

Although the spreading technique was acceptable for the experimental purposes, it was clear that completely different approaches must be used to apply the mulching material after drilling if the desirable degree of mulching



is to be achieved in practice. The most important argument for this is as that the work load during spring tillage operations is very high and consequently a new time-demanding job with mulching cannot be accepted. In addition, trafficking of the ready-tilled seedbed with a tractor and mulching equipment causes extensive undesirable compaction, even if the equipment has a wide working width.

*The conclusion is that mulching must be integrated with seedbed preparation and seeding in such a way that extra trafficking is not required.*

#### Introductory studies of seed coulters

Experiences from this study, and those obtained in the continuation of a separate part of it, were used in experiments conducted with a new type of winged coulters, that actively contributes to sorting the seedbed. The winged coulters, 150 mm wide, sow two 50 mm wide bands with placement of nutrients between every second band. As each coulters has a working width of 150 mm, then fewer than half the number of seed coulters are needed in comparison with the standard seed drill. With half the number of coulters per metre it is possible to obtain a much more spacious seed drill than the standard equipment found today.

The purpose of these separate experiments was to design a seed coulters capable of sorting the seedbed in such a way that harvest residues and extra added material form a mulching layer. The seed placement, 50 mm wide band drilling, at a constant depth determined in relation to soil moisture, was also an important part of the target formulation.

The work with the new seed coulters is still ongoing but has made good progress. Further improvements are considered possible but resources are also necessary for field trials with seedbed studies as well as further experiments with minor modifications to the design of the coulters.

The new coulters have not been used in the study reported here.

#### Seed drills for a new cultivation technique

Minimal tillage systems capable of meeting current demands for reduced tillage costs lead to increased amounts of plant residues in the seedbed. Increased amounts of plant residues will complicate drilling with standard seed drills. This is a major argument for further development of the drilling technique. Another argument is that if the advantages implied by sorting and layering of the seedbed are to be utilized, then both soil tillage and drilling techniques must be developed. This work should be concentrated on achieving the required sorting of the seedbed so that plant residues are utilized to prevent evaporation.

Thus, a new generation of seed drills would be more spacious than today in order to permit work in large amounts of plant residues and they should also have seed coulters that actively contribute to separating plant residues from the seedbed and placing them on the soil surface.

### Proposed new cultivation technique

One approach used to achieve a new cultivation technique that would give sustainable production using few resources and with a long-term improvement of the soil structure within the very large areas (about 1 million hectares in Sweden) where it is required, is as follows:

The fields are divided into 10 - 12 metre wide lands where every alternate land is cropped with the main crop and the remaining lands are sown with ley plants. In the autumn, when the main crop has been harvested, a forage harvester is driven over the neighbouring lands and the material is blown directly onto the lands for the main crop. This is followed by stubble tillage in order to mix the harvest residues together with the new material into the uppermost layer of the future seedbed. In the following spring, seedbed preparation, shallow harrowing, and drilling as described above is done. As a result of the sorting of the seedbed, the desired mulching effect will be obtained. Minimum traffic throughout the entire year will also contribute to a positive result through decreased soil compaction.

Another possibility could be to save the ley until the spring, i.e., after drilling and emergence, when the mulching could be done with the forage harvester on the lands when the crop has started to grow. However, in this way some of the soil moisture directly after drilling will be lost if mulching is delayed. Soil tillage is restricted to stubble cultivations in the autumn and shallow tillage in the spring.

After 3 - 4 years the lands with ley and main crop are exchanged. In this way, the positive properties of the ley on soil structure can also be utilized. This is also seen as a suitable way of making use of land that today is unutilized on account of the prevailing surplus of grain.

Introduction of a new cultivation technique will require development of new knowledge, both theoretical and practical. Farmers must learn new facts and cultivation routines in order to make use of the technique with shallow tillage and mulching.

The proposed approach is still untested and thus the foremost requirement today is that the method is presented for discussion. Subsequently, new cultivation techniques must be developed and the entire system studied in large-scale applied experiments.

Modern technology can be used for management and harvesting of the grassland part of the system. Apart from seedbed preparation and drilling, the same applies to the main crop. Seedbed preparation and drilling will partly require new technology since the amounts of plant material in the seedbed will increase considerably. They must not, in contrast to present cultivation techniques, be incorporated but are moved up to the surface where they will function as protection against evaporation after drilling in the spring.

In situations where the farmer wishes to sow in the autumn, it should be possible to save the ley until the spring and, following spring tillage operations and when the soil has dried up, the mulching of the well-established autumn crop can be done in order to provide protection against evaporation and possibly also to prevent the development of weeds.

The following advantages are considered possible:

1. Simplified soil tillage – reduced production costs.
2. Increased yield or retained yield level and decreased inputs of nutrients and herbicides.

This is achieved as a result of:

3. Reduced evaporation providing the crop with more water.
4. Better stands that give increased competition against weeds.
5. Improved nutrient utilization that results in decreased leaching.
6. Domestic nutrient production transferred from the ley.
7. Decreased trafficking leading to decreased soil compaction.
8. Long-term improvements in soil structure.

*The present studies, as well as earlier investigations into mulching, have demonstrated positive results that should be exploited to a greater extent. However, this requires development both of new cultivation techniques and to some extent also of new machinery. Method development and further studies should be coordinated without delay.*



## INLEDNING

Under de senaste decennierna har en stor del av våra odlade jordar fått försämrade fysikaliska egenskaper som en följd av ensidigare driftsformer och förändrad maskinteknik. Stor andel mark i öppen odling, ingen eller ringa stallgödseltillförsel, intensiv bearbetning och djupare plöjning har påverkat mullhalten negativt. Detta har bland annat medfört större risk för tillslamning av jorden.

Ökade mekaniska påfrestningar vid bearbetning, gödselspridning, skörd och transporter har skadat matjorden och ibland även alven. Genomsläppligheten för vatten har försämrats och är ibland kritiskt låg. Dräneringen fungerar i många fall dåligt och grödans etablering och rottillväxt försvåras till följd av strukturproblem. Alvens vatten- och näringsförråd utnyttjas mindre effektivt när rotutvecklingen hämmas vilket får konsekvenser för den externa miljön.

Våra odlade jordar utsätts således idag för större fysikaliska påfrestningar än tidigare. Nu måste nya vägar och lösningar prövas för att bättre anpassa olika odlingsåtgärder till markens fysikaliska egenskaper och till dess förmåga att motstå mekaniska påfrestningar. Målsättningen måste vara att för varje jordtyp utveckla bearbetnings- och odlingssystem som skapar och bibehåller för växterna gynnsamma fysikaliska betingelser i marken. En bra markstruktur är en av grundförutsättningarna för en biologiskt effektiv, insatssnål, resursbevarande och miljövänlig växtproduktion på åkermarken (Johansson, 1990).

Det var mot den bakgrund som här kortfattat beskrivits som projektet "Resursbevarande odling med marktäckning och grund inbrukning av växtmaterial" planerades i samarbete mellan Institutionen för markvetenskap och Jordbrukstekniska Institutet. Medel för projektet erhöles från Stiftelsen Lantbruksforskning för en treårig studie.

## TIDIGARE UNDERSÖKNINGAR MED MARKTÄCKNING

Tillslamning och skorpbildning samt negativa följdverkningar därav är vanligast på mo- och mjälarika lerjordar. Problemen har utan tvekan blivit större efterhand som vallandelen reducerats i växtföljderna. Riskerna för tillslamning och skorpbildning minskar om markytan är täckt med växtrester efter sådden. Växtrester minskar också avdunstningen direkt från markytan.

I en serie fältförsök i vårsådda grödor under åren 1983-86 studerades inverkan på markegenskaper och skördenivå av förhöjd mullhalt i ett yttligt lager (Gustafsson, 1987). I försöken ingick led med plöjning och konventionell bearbetning samt led med förhöjd mullhalt i markens ytskikt och enbart grund bearbetning. Mullhalten i ytskiktet hade förhöjts med cirka 2 viktsprocent genom påförsel av omkring 3 cm mullrik sand hösten 1982.

I genomsnitt för 25 försöksår med vårsäd på lerjordar gav försöksledet med förhöjd mullhalt och grund bearbetning 11 % (460 kg/ha) högre kärnskörd än det konventionella ledet. Merskörden erhöles som en följd av snabbare och jämnare uppkomst, bättre rotutveckling och kraftigare bestockning samt bättre

vattenförsörjning, näringsupptagning och tillväxt. Variationen i avkastning mellan åren var minst i ledet med förhöjd mullhalt.

I lysimeterförsök med korn har detaljerade studier av marktäckningens inflytande på avdunstningen från markytan och på uppkomsten genomförts under flera år som ett led i utbildningen vid Avdelningen för hydroteknik. Jordarten var mjällättlera från Finnbo i Västmanland. År 1989 var avdunstningen från markytan i obehandlade led mellan sådden och uppkomsten omkring 20 mm. I led som täckts med cirka 3 ton halm per hektar var avdunstningen under samma tid omkring 8 mm. Uppkomsten i det obehandlade ledet var cirka 40 %. I det halmtäckta ledet var uppkomsten cirka 90 %. En vecka efter uppkomsten var den sammanlagda avdunstningen från det obehandlade ledet omkring 25 mm större än från det halmtäckta ledet. Det fanns således cirka 25 mm mer vatten kvar för grödans transpiration i det halmtäckta ledet (W. Johansson, opublicerat material).

Rydberg (1987) visade i lysimeterförsök att oförmultnade skörderester i såbädden reducerade evaporationen avsevärt i såväl bevattnade som torra led.

Polgar (1988) redovisar resultat från en serie ettåriga försök med halmtäckning efter sådden. I genomsnitt för 9 försök 1981-86 gav halmtäckning med cirka 3 ton/ha en ökning av kärnskoroden med 8 %. Vattenhalten i såbädden var vid mätning 14 dagar efter sådden klart högre i halmtäckta led. Polgar redovisar också resultat från två långliggande försök där halmning efter sådden i medeltal givit negativa effekter. Orsaken är inte klarlagd men kvävebrist, skadliga kemiska föreningar som bildas i samband med halmnedbrytningen och en gynnsammare miljö för utveckling av parasitsvampar nämns som tänkbara förklaringar.

I en försöksserie i Skaraborgs, Värmlands och Örebro län påförs cirka 5 ton halm per hektar efter sådden. I medeltal över alla kvävenivåer (0 - 120 kg/ha) har kärnskoroden i 12 försök 1989-92 ökat med 14 % eller 440 kg/ha i halmtäckta led. Effekten av halmtäckning har ökat med stigande kvävegiva. Vid tillförsel av 120 kg kväve per ha har kärnskoroden ökat med 18 % eller 720 kg/ha (Linnér et al. 1990, 1991, 1992, 1993). Jordarten har i flertalet försök varit lättlera.

I ett försök med marktäckning med ensilage, hö och halm vid Ålbo i Västmanland 1988 tillfördes cirka 5 ton torrsbstans per hektar av de olika materialen efter sådden. Havreskoroden ökade i medeltal över alla kvävenivåerna med 30, 48 respektive 50 % vid marktäckning med ensilage, hö och halm (Linnér et al. 1989). Effekterna av marktäckningen var störst vid kvävegivan 80 kg/ha med skördeökningar på 1 500 - 2 000 kg/ha för de olika täckningsmaterialen. Jordarten var en något mullhaltig mjällig mellanlera.

Vid Ålbo i Västmanland har Avdelningarna för hydroteknik i samarbete med försöksvärden Göran Vangbo och Hushållningssällskapet i Västmanlands län genomfört olika försök med marktäckning oavbrutet sedan 1981. I genomsnitt för åren 1981-92 (inklusive de tre försök som redovisas i denna rapport) har marktäckningsåtgärderna höjt avkastningen av vårsäd från 3 700 kg/ha till 4 840 kg/ha eller med 31 %. Resultaten från 12 års försök redovisas i tabell 1.

Gustafsson (1993) redovisar försök med jordförbättring på lerjord. Av olika åtgärder som prövades hade tillförsel av gräsklipp på markytan under

växtperioden de största positiva effekterna på avkastningen av purjolök. Marktäckningen hade också positiva effekter på jordens porositet och vattengenomsläpplighet.

Tabell 1. Genomsnittliga effekter av marktäckningsåtgärder i försök på Ålbo 1981-92. A = obehandlade och B = marktäckta led

För- söks- led	Kärna, 15% vh, kg/ha	Halm, ts, kg/ha	Rymd- vikt, g/l	1000- kv, g	Kärn- antal, milj./ha	N i kärna.		N i halm, % av ts
						% av ts	kg/ha	
A	3700	2490	574	36.4	105	1.94	61	0,71
B	4840	3570	591	36.2	138	1.77	73	0,47

## METODIK

### Försöksplan

Den här redovisade undersökningen planerades pågå i minst tre år på tre platser för att effekterna av marktäckning skulle kunna studeras på olika jordar och under olika väderleksförhållanden. Fältförsöken skulle vara så stora att maskinell teknik för spridning av vallmaterial och halm kunde utnyttjas.

Följande försöksled ingick:

- A Utan marktäckning
- B Marktäckning med ensilage, cirka 5 ton torrsubstans per ha
- C Marktäckning med hackat hö, cirka 5 ton torrsubstans per ha
- D Marktäckning med hackad halm, cirka 5 ton torrsubstans per ha

N0 Utan kväve

N1 40 kg kväve per ha

N2 80 kg kväve per ha

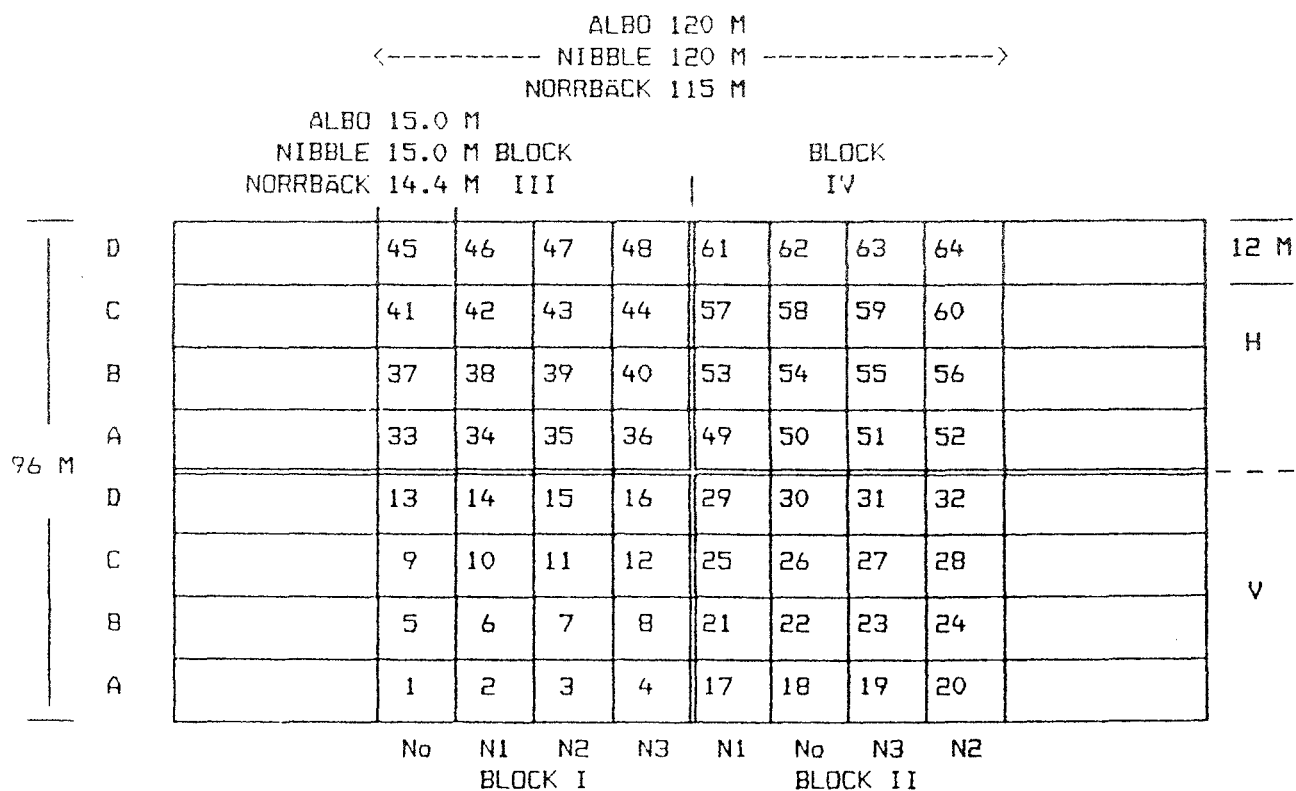
N3 120 kg kväve per ha

V = Marktäckning på våren efter sådden

H = Tillförsel och grund inbrukning av organiskt material på hösten

Totalt omfattade varje försök 64 rutor med måtten 15 x 12 m. På halva försöksytan (två block) tillfördes växtmaterialet på våren och på halva under hösten efter skörden. Försöken bearbetades grunt under försöksperioden. Fältplanen visas i figur 1.

Grödan i försöken var korn eller havre. Grundgödsling med fosfor och kalium gavs med de mängder som försöksvärdarna använde.



Figur 1. Fältplan för försöken med marktäckning på våren och grund inbrukning av organiskt material på hösten.

## Spridningsteknik vid marktäckningen

### Försöksutrustning

Jordbrukstekniska institutets uppgift har i denna undersökning bland annat varit att svara för den maskintekniska delen av arbetet med marktäckningen. Marknaden för spridarutrustning undersöktes inledningsvis. Det visade sig därvid att tillgången till maskiner för sönderdelning och spridning av växtmaterial är mycket begränsad. För spridningen av halm och hö inhyrdes halmrivare av den typ som används för halmning av jordgubbar (Bild 1). Rivaren är försedd med knivar som sönderdelar halmen. Efter viss modifiering gav dessa maskiner en tillfredsställande jämn spridning av halm och hö både från storbalar och från mindre balar. På en av gårdarna fanns tillgång till en självlastarvagn som kunde användas för hackning och spridning av halm och hö som lösvara.

För spridning av exakthackat och slaghackat ensilage iordningställdes vid institutet en JM fastgödselspridare, JF 6000 (Bild 2). Spridaren försågs med mottrycksreglerad matning och en huv över spridarvalsarna för att spridningsjämnheten skulle bli den bästa möjliga. Alla dessa spridare hade den viktiga begränsningen att arbetsbredden var endast drygt två meter vilket dock accepterades i de genomförda försöken.



Bild 1. Halmrivare för sönderdelning och spridning av halm och hö.



Bild 2. Fastgödselspridare med mottrycksreglerad matning för spridning av ensilage.

För körningen av spridarna fordrades en 40-50 kW traktor. Under senare delen av studien gavs möjlighet att hyra en traktor med mycket breda däck som

kunde köras med lågt ringtryck (50 kPa). Detta var en fördel då den omfattande körning som fordrades för spridningen orsakade en betydande skadlig packning i alla försöksparcellerna ( för att renodla effekterna av marktäckningen utfördes körning även i rutorna utan marktäckning).

### Täckningsmaterial - fördelning, mängder och analyser

Halm och hö skördades på vanligt sätt och lagrades dels i storbalar dels, på en gård, som lösvara. Det ensilage som skördades på försommaren för försöken var dels exakthackat, dels skördat med slaghack. Det lagrades fram till hösten respektive till våren i plansilor. Även ensilage i storbäl provades.

Korthackat ensilage gick bra att sprida medan ensilage i storbäl inte gick att sprida med tillgänglig utrustning. Hö både i små balar och i storbalar gick bra att sprida om det inte var alltför löst. Halm från storbalar och i lösvikt användes med gott spridningsresultat.

Marktäckningsmaterialen lades ut i band från mitten av varje parcell ut mot kanterna så att nettorutan i varje parcell med god marginal täcktes. Riktvärdet var att sprida 5 ton torrsbstans per hektar. Efter avslutad spridning bestämdes mängden utspritt material genom provtagning i tio stycken 0.25 kvadratmeter stora rutor för varje täckningsmaterial. Provtagningen låg till grund dels för bestämning av mängden utspritt material dels för bestämning av kväveinnehållet.

### **Markstudier, mätningar och analyser**

Jordprover för kemisk och mekanisk analys uttogs blockvis i matjorden och i alven på våren före gödningen utläggingsåret 1989. De markkemiska analyserna utfördes av Statens lantbrukskemiska laboratorium som en vanlig markkarteringsanalys. Mekanisk analys gjordes med pipettmetoden vid Försöksavdelningen för hydroteknik.

Prov för bestämning av mineralkväveförrådet uttogs varje år till 60 cm djup på våren före gödning och på hösten efter skörden. Proven uttogs i de rutor som gödslades med 80 kg kväve per ha (ledet N2). Analyserna utfördes vid Avdelningen för växtnäringslära.

Prov för markfysikalisk karakteristik av försöksplatserna uttogs 1989 på Ålbo och Norrbäck. Bestämningar av bland annat material- och porvolym, vissningsgräns, volym växttillgängligt vatten, skrymdensitet och vattengenomsläpplighet gjordes för varje 10-cm skikt ner till 100 cm djup. För Nibble fanns markfysikaliska data från en provtagning år 1977.

Växtmaterialen som användes för marktäckning analyserades på torrsbstanshalt och kväveinnehåll.

Ogräsräkning utfördes ledvis 3 - 4 veckor efter normal tid för ogräsbekämpning.

Vid skörden graderades stråstyrka och grönskott rutvis. Kärnprover för bestämning av vattenhalt, rymdvikt, tusenkornvikt och kvävehalt togs ut i



varje led vid skörden. Halmskörden vägdes rutvis och prover för bestämning av torrsubstanshalt och kväveinnehåll togs ut i varje led.

## FÖRSÖKSPLATSER OCH FÖRSÖKSBETINGELSER

Undersökningarna genomfördes på tre gårdar i Västmanlands län. Försöksvärdar var lantbrukarna Sven Erik Johansson, Nibble, Torstuna; Göran Vangbo, Ålbo, Västerfärnebo och Kurt Hansson, Norrbäck, Sala

### Markkemiska analyser

Markkemiska analyser som utfördes på blockvis uttagna prover före försöksutläggningen våren 1989 redovisas i tabell 2. Fosfor- och kaliumvärdena anges i mg/100 g jord och med klassen inom parentes.

Tabell 2. Markkemiska data från försöksplatserna vid utläggningen våren 1989

Plats	Skikt cm	pH	Fosfortillstånd		Kaliumtillstånd	
			lättlöslig	förråd	lättlöslig	förråd
Nibble	0-20	6,6	17 (V)	98 (5)	20 (IV)	420 (5)
"	20-40	6,3	9 (IV)	82 (5)	18 (IV)	470 (5)
Norrbäck	0-20	6,2	3,4 (II)	59 (4)	11 (III)	290 (4)
"	20-40	6,5	4,3 (III)	55 (3)	12 (III)	380 (4)
Ålbo	0-20	5,8	4,0 (III)	70 (4)	18 (IV)	280 (4)
"	20-40	6,2	3,8 (II)	50 (3)	20 (IV)	485 (5)

### Markfysikaliska analyser

Prover för bestämning av jordarnas mekaniska sammansättning uttogs våren 1989 före försöksutläggningen. Nibbleförsöket låg på en sluttning där jordarten varierade mellan blocken medan de andra två försöken låg på plan mark. Resultat av analyserna redovisas i tabell 3.

Prov för omfattande markfysikalisk analys uttogs på en plats inom varje försök. Analyserna utfördes på laboratoriet vid Avdelningen för hydroteknik, Institutionen för markvetenskap. På volymsäkra cylinderprover uttagna i varje decimeterskikt ned till en meters djup bestämdes bland annat porvolym, materialvolym, vissningsgräns, vatteninnehåll vid olika tension, skrymdensitet, mängden växttillgängligt vatten och genomsläpplighet för vatten. Resultaten av de markfysikaliska analyserna redovisas i tabellerna 4 - 12 och i figurerna 2 - 7.

Tabell 3. Jordarnas mekaniska sammansättning i viktsprocent samt jordartsbeteckning

Plats	Skikt, cm	Sand	Mo	Mjåla	Ler	Mull	Jordartsbeteckning
Nibble	0-20	2	28	30	37	2,4	nmh mjålig mellan-lera
"	20-40	5	25	28	42	1,3	Styv lera
Norrbäck	0-20	3	27	35	32	2,6	nmh mjålig mellan-lera
"	20-40	1	26	30	43	0,2	mjålig styv lera
Ålbo	0-20	6	13	36	41	4,2	mmh mjålig styv lera
"	20-40	2	8	31	59	0,2	mjålig styv lera

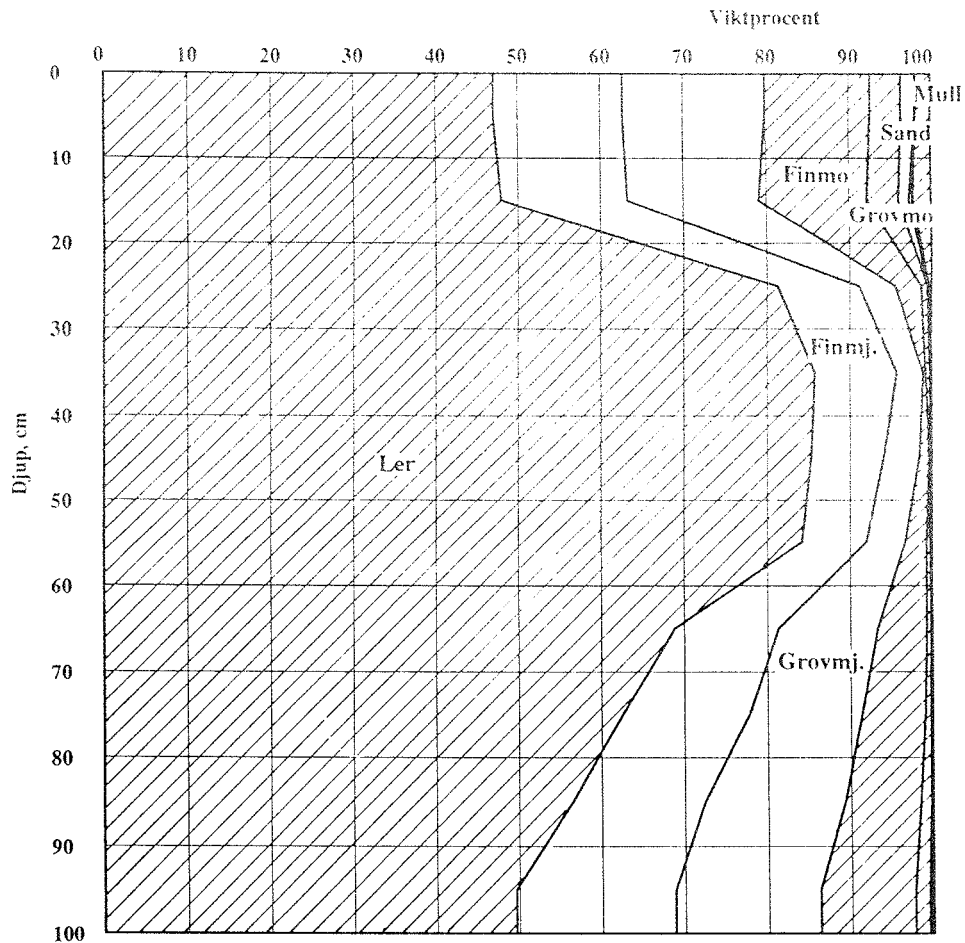
### Nibble

Profilen uttogs 1977 cirka 100 meter nordväst om försöksplatsen. Jordarten är något mullhaltig styv lera i matjorden och mycket styv lera i alven (tabell 4 och figur 2). Lerhalten var högre än i de prover som togs ut inom försöket.

Tabell 4. Kornstorleksfördelning och mullhalt (viktsprocent av fraktionen) i profilen från Nibble 1977

Djup cm	Ler	Fin- mjåla	Grov- mjåla	Finmo	Grov- mo	Mellan- sand	Grov- sand	Mull
0- 10	47,1	15,7	17,1	12,8	3,7	1,7	0,1	1,9
10- 20	48,0	15,3	15,8	13,1	3,8	1,3	0,5	2,3
20- 30	81,3	9,8	4,4	3,2	0,8	0,1	0,1	0,3
30- 40	85,8	9,9	3,2	0,3	0,5	0,1	0,0	0,1
40- 50	85,3	8,8	4,4	1,2	0,3	0,1	0,0	0,0
50- 60	84,2	7,8	4,7	2,6	0,5	0,2	0,1	0,0
60- 70	68,8	12,5	12,0	6,0	0,5	0,1	0,1	0,0
70- 80	62,6	15,2	13,5	7,7	0,7	0,1	0,1	0,0
80- 90	56,5	15,9	16,9	9,2	1,3	0,2	0,1	0,0
90-100	49,6	19,3	17,3	11,6	1,7	0,4	0,1	0,0

Av tabell 5 och figur 3 framgår att porvolymen är knappt 50 %. I skiktet 20 - 30 cm är porvolymen lägre. Tömningen av porsystemet är liten vid låg tension. Vid dränering till en meters djup avrinner cirka 37 mm. Vissningsgränsen bestämdes fysikaliskt med övertrycksteknik. Ned till en meters djup finns vid vissningsgränsen 349 mm vatten lagrat i profilen. Mängden växttillgängligt vatten vid dränering till en meters djup är 99 mm varav 29 mm finns i nivån 0 - 30 cm. Mängden växttillgängligt vatten i profilen är således relativt liten.

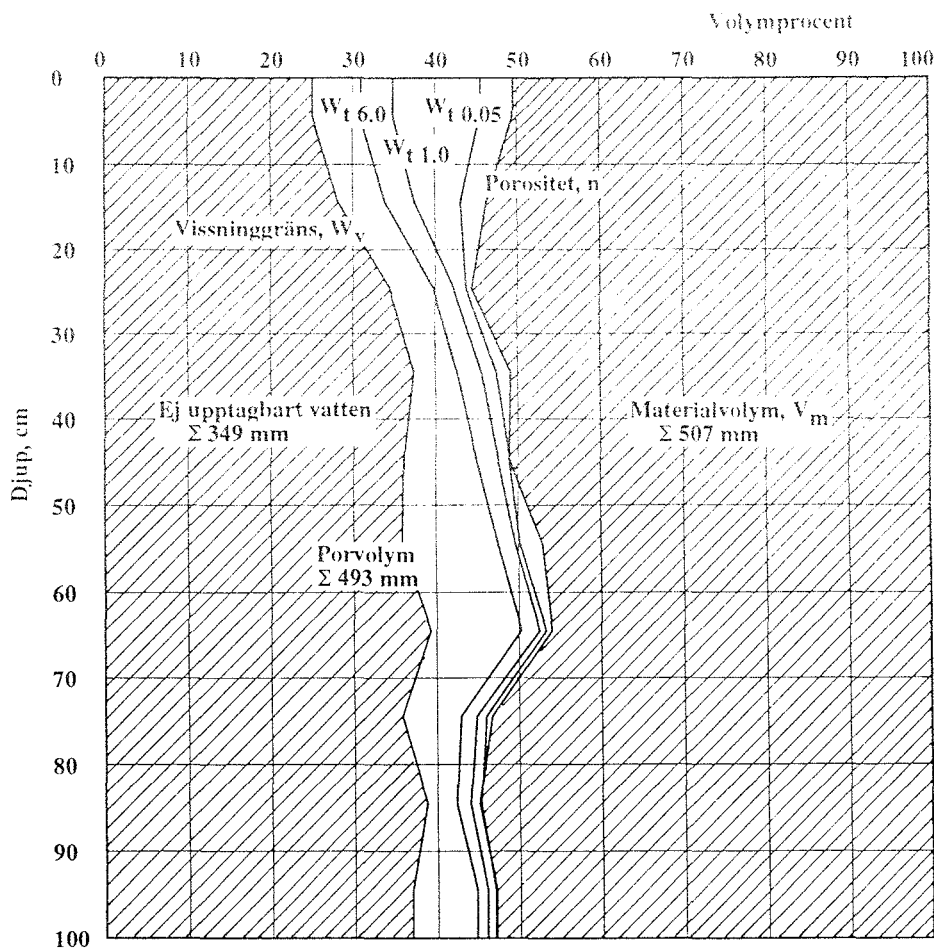


Figur 2. Kornstorleksfördelning i markprofilen från Nibble.

Genomsläppligheten för vatten är god i matjorden men låg eller mycket låg i alven (tabell 6).

Tabell 5. Sammanställning av viktigare fysikaliska data från markprofilen vid Nibble 1977

Djup, cm	Por- volym, %	Vol-% vatten vid olika tension, m vp				Kom- pakt- densitet	Torr skrym- densitet
		0,05	1,0	6,0	150		
0- 10	49,5	45,5	34,9	31,0	25,7	2,62	1,32
10- 20	46,2	43,1	37,5	33,9	28,2	2,63	1,41
20- 30	44,4	43,7	42,2	39,7	34,4	2,70	1,50
30- 40	49,1	47,4	45,6	42,6	37,4	2,73	1,39
40- 50	48,9	48,9	47,5	44,9	36,1	2,69	1,37
50- 60	52,9	50,2	49,6	47,5	35,9	2,72	1,28
60- 70	54,0	53,3	52,5	50,3	39,3	2,72	1,25
70- 80	46,7	46,0	44,8	42,9	35,8	2,69	1,43
80- 90	45,1	45,3	44,0	42,3	38,8	2,69	1,48
90-100	47,1	47,0	46,0	44,7	36,9	2,72	1,44



Figur 3. Volymförhållanden i markprofilen från Nibble. Vatteninnehåll vid tensionsvärdena 0,05, 1,0 och 6,0 m vp samt vid vissningsgränsen anges.

Tabell 6. Vattengenomsläpplighet vid Nibble 1 tim ( $K_1$ ) och 24 tim ( $K_{24}$ ) efter mätningens början

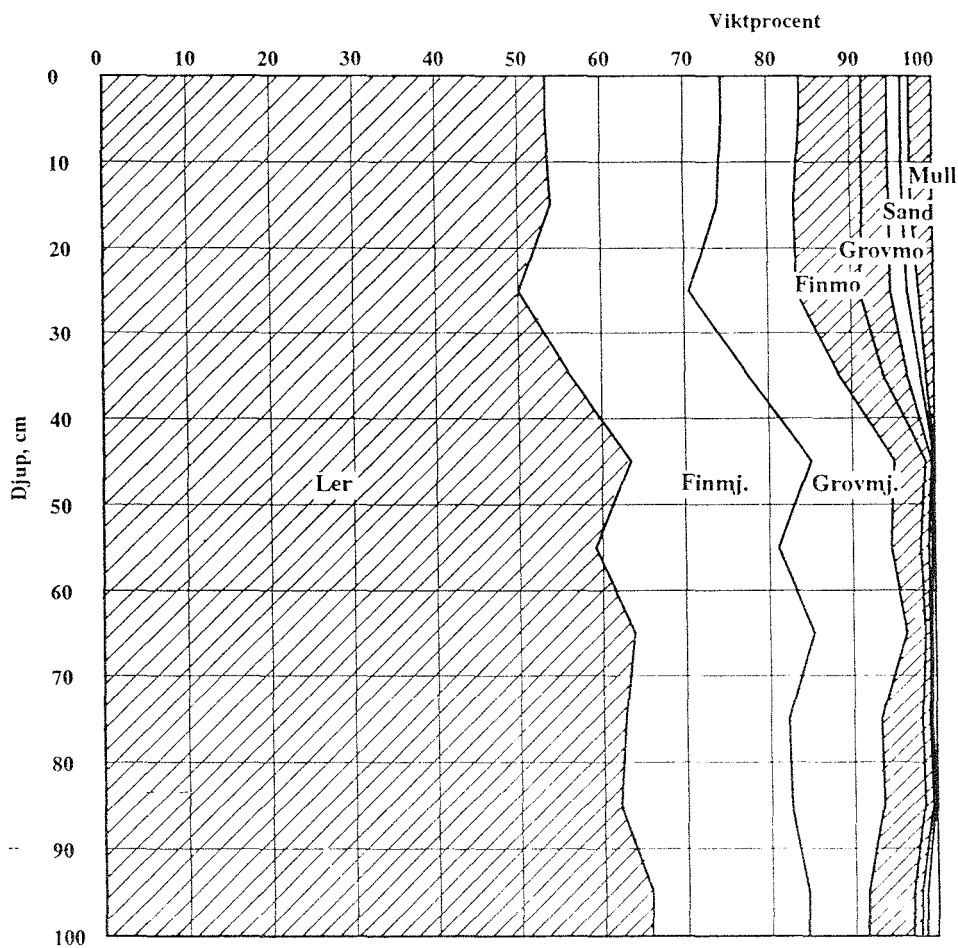
Djup, cm	$K_1$ , m/dygn	$K_{24}$ , m/dygn
0- 10	2,91	1,47
10- 20	0,73	0,48
20- 30	0,20	0,12
30- 40	0,10	0,09
40- 50	0,04	0,0038
50- 60	0,02	0,0
60- 70	0,01	0,0
70- 80	0,28	0,13
80- 90	0,12	0,02
90-100	3,71	2,95

## Norrbäck

Profilen uttogs under sommaren 1989 inom försöksplatsen. Jordarten är något mullhaltig styv lera i matjorden och mycket styv lera i alven (tabell 7 och figur 4).

Tabell 7. Kornstorleksfördelning och mullhalt (viktsprocent av fraktionen) i profilen från Norrbäck 1989

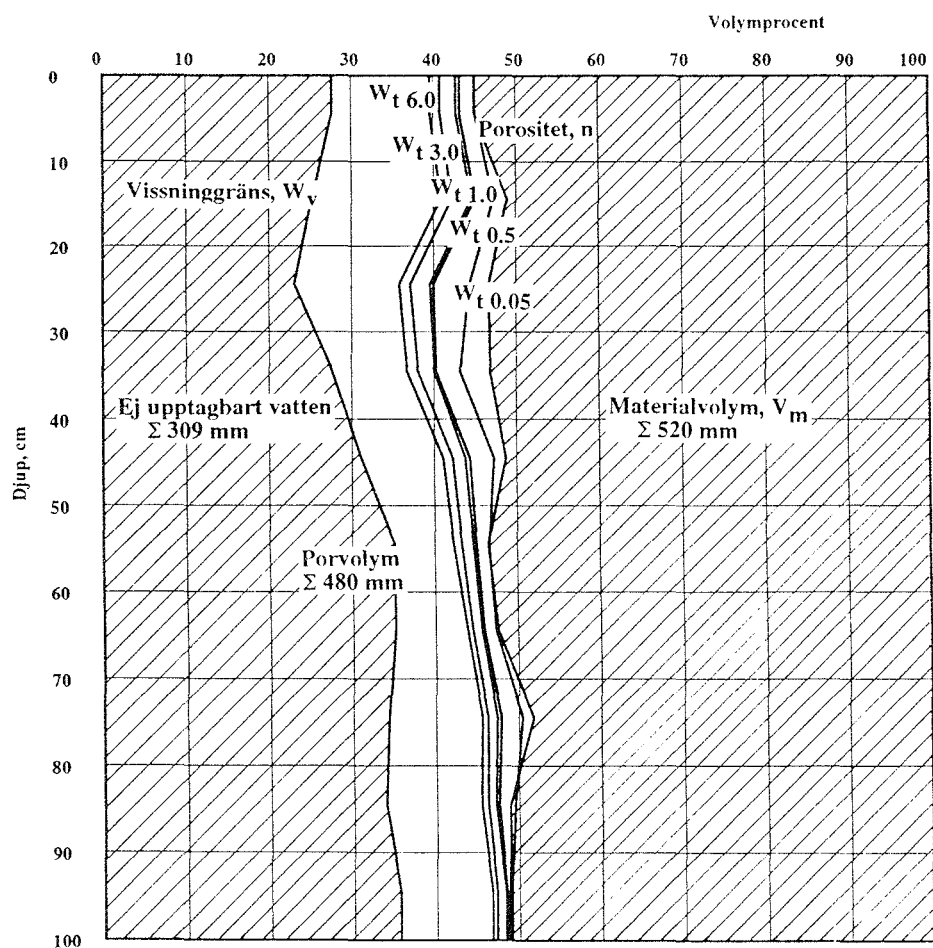
Djup cm	Ler	Fin- mjäla	Grov- mjäla	Finmo	Grov- mo	Mellan- sand	Grov- sand	Mull
0- 10	53,4	21,2	9,4	7,5	3,1	1,6	1,0	2,8
10- 20	54,0	20,0	9,2	8,2	3,3	1,7	1,0	2,6
20- 30	50,0	20,6	12,8	7,6	3,7	2,0	1,3	1,8
30- 40	56,1	21,3	10,9	5,4	2,9	1,6	0,7	1,0
40- 50	63,4	21,7	10,0	3,8	0,8	0,3	0,1	0,0
50- 60	59,2	21,9	13,6	3,5	1,0	0,4	0,3	0,0
60- 70	63,8	21,5	11,2	2,3	0,6	0,3	0,5	0,0
70- 80	62,7	19,5	11,1	4,9	0,9	0,3	0,5	0,0
80- 90	62,0	20,5	11,1	5,0	1,0	0,3	0,2	0,0
90-100	65,6	18,8	7,2	5,5	1,0	0,7	1,3	0,0



Figur 4. Kornstorleksfördelning i markprofilen från Norrbäck.

Fysikaliska data från profilen redovisas i tabell 8 och i figur 5. Porvolymen är knappt 50 %. Vid den lägsta tensionen (0,05 m) töms profilen endast på omkring 10 mm vatten. Vid dränering till en meters djup avrinner endast 29 mm vatten. Detta visar att andelen grova porer är mycket låg. Vissningsgränsen bestämdes såväl fysikaliskt som genom odlingsmetoden. Enligt den fysikaliskt bestämda vissningsgränsen finns det 309 mm icke växttillgängligt vatten i profilen. Enligt odlingsmetoden är 270 mm icke växttillgängligt. Mängden växttillgängligt vatten till en meters djup uppgår till 142 - 181 mm beroende på vilken metod för bestämning av vissningsgränsen som används. Av detta finns 51 - 61 mm i skiktet 0 - 30 cm. Profilen innehåller således betydligt mer växttillgängligt vatten än Nibble.

Genomsläppligheten för vatten är låg i matjorden, hög i skiktet 20 - 40 cm och mycket låg på vissa nivåer djupare i profilen (tabell 9). Den låga genomsläppligheten innebär att jorden är svårdränerad.



Figur 5. Volymförhållanden i markprofilen från Norrbäck. Vatteninnehåll vid tensionsvärdena 0,05, 0,50, 1,0, 3,0, 6,0 och 150 m vp anges.



Tabell 8. Sammanställning av viktigare fysikaliska data från markprofilen vid Norrbäck 1989

Djup cm	Por- volym, %	Vattenhalt i vol-% vid olika tension, m vp						Biologisk- vissnings- gräns	Kompakt- densitet g/cm <sup>3</sup>	Torr skrym- densitet g/cm <sup>3</sup>
		0,05	0,50	1,0	3,0	6,0	150			
0- 10	45,0	45,0	43,2	42,7	40,8	39,6	27,9	23,6	2,64	1,45
10- 20	48,9	47,3	45,1	44,6	42,2	40,8	25,2	22,5	2,67	1,37
20- 30	46,7	44,3	40,0	39,5	37,2	35,8	23,1	20,1	2,68	1,43
30- 40	46,8	43,1	40,2	40,0	38,0	36,7	27,6	21,5	2,73	1,45
40- 50	48,7	47,2	44,3	43,7	42,2	41,1	31,1	27,4	2,77	1,42
50- 60	46,5	46,6	45,1	44,6	43,3	42,3	35,1	30,6	2,75	1,47
60- 70	47,5	47,3	45,9	45,6	44,5	43,9	35,1	32,3	2,78	1,46
70- 80	51,8	50,5	47,9	47,4	46,3	45,6	34,3	30,2	2,77	1,34
80- 90	48,9	49,5	47,6	47,1	46,2	45,4	33,9	30,9	2,78	1,42
90-100	48,9	49,1	48,5	48,3	47,3	46,7	35,6	31,1	2,73	1,40

Tabell 9. Vattengenomsläpplighet vid Norrbäck 1 tim ( $K_1$ ) och 24 tim ( $K_{24}$ ) efter mätningens början

Djup, cm	$K_1$ , m/dygn	$K_{24}$ , m/dygn
0- 10	0,11	0,10
10- 20	0,57	0,50
20- 30	3,5	2,6
30- 40	4,1	2,3
40- 50	0,60	1,2
50- 60	0,38	1,1
60- 70	0,03	0,09
70- 80	0,43	0,58
80- 90	0,004	0,04
90-100	0,004	0,0

### Ålbo

Profilen uttogs sommaren 1989 inom försöksplatsen. Jordarten är måttligt mullhaltig styv lera i matjorden och mycket styv lera i alven. (tabell 10 och figur 6).

Tabell 10. Kornstorleksfördelning och mullhalt (viktsprocent av fraktionen) i profilen från Ålbo 1989

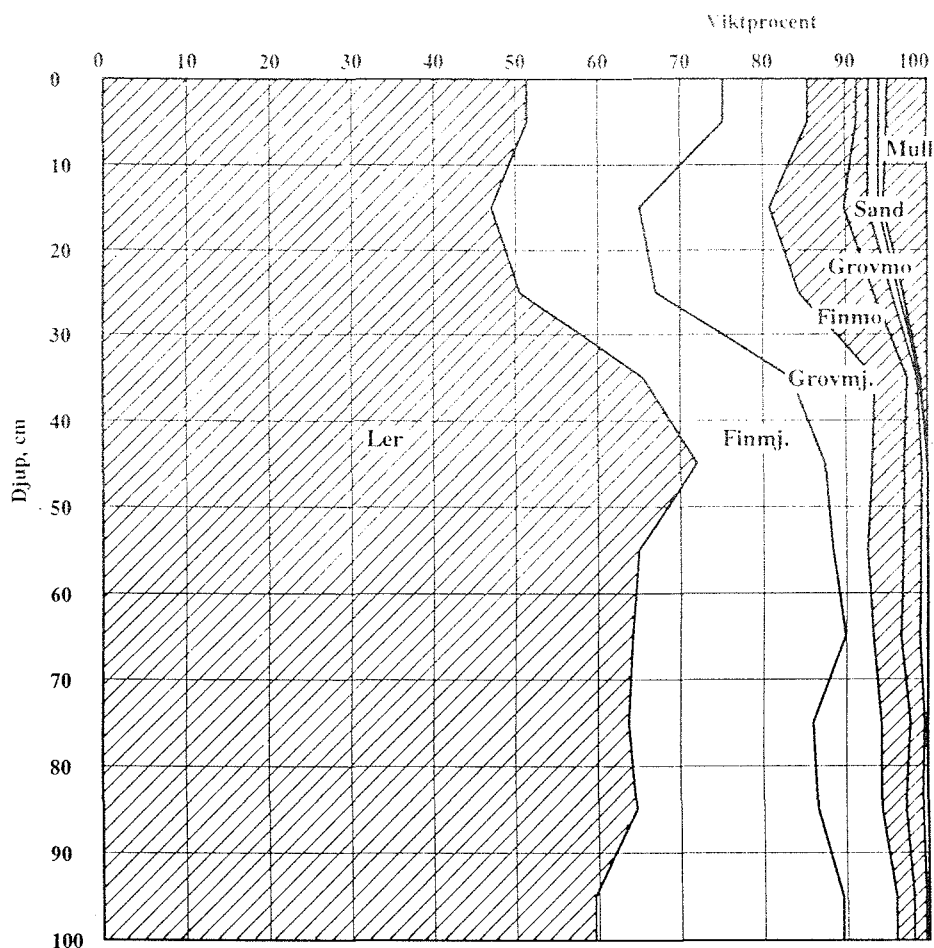
Djup cm	Ler	Fin- mjåla	Grov- mjåla	Finmo	Grov- mo	Mellan- sand	Grov- sand	Mull
0- 10	51,4	23,8	10,3	5,9	1,5	1,3	1,1	4,9
10- 20	47,0	18,0	15,7	9,1	2,9	1,3	0,6	5,4
20- 30	50,5	16,5	17,3	9,1	2,2	0,9	0,6	3,0
30- 40	65,5	17,8	10,1	4,0	1,2	0,4	0,1	0,8
40- 50	72,0	15,4	5,7	3,9	2,1	0,7	0,1	0,0
50- 60	64,9	23,4	4,2	4,3	2,2	0,8	0,1	0,0
60- 70	64,2	25,7	3,4	3,4	2,3	1,0	0,1	0,0
70- 80	63,7	22,3	8,3	3,5	1,7	0,4	0,1	0,0
80- 90	64,7	21,8	7,7	3,0	2,1	0,7	0,1	0,0
90-100	59,5	29,9	6,5	2,1	1,5	0,4	0,0	0,0

I tabell 11 och figur 7 redovisas viktigare markfysikaliska data för profilen. Av tabell 11 framgår att porvolymen är omkring 50 % med en förtätning i nivån 20 - 30 cm. Vid den lägsta tensionen (0,05 m) avrinner endast 6 mm vatten. Det innebär att andelen grova porer är mycket låg. Vid dränering till 1 meters djup avrinner endast 23 mm. Detta innebär att risken för vattenmättnad är stor vid nederbörd.

Mängden växttillgängligt vatten till en meters djup är 180 mm enligt den fysikaliskt bestämda vissningsgränsen. Enligt vissningsgränsen som bestäms genom odling är mängden växttillgängligt vatten 197 mm ned till en meters djup. Av detta finns 58 - 62 mm i skiktet 0 - 30 cm. Profilen innehåller således

Tabell 11. Sammanställning av viktigare fysikaliska data från markprofilen vid Ålbo 1989

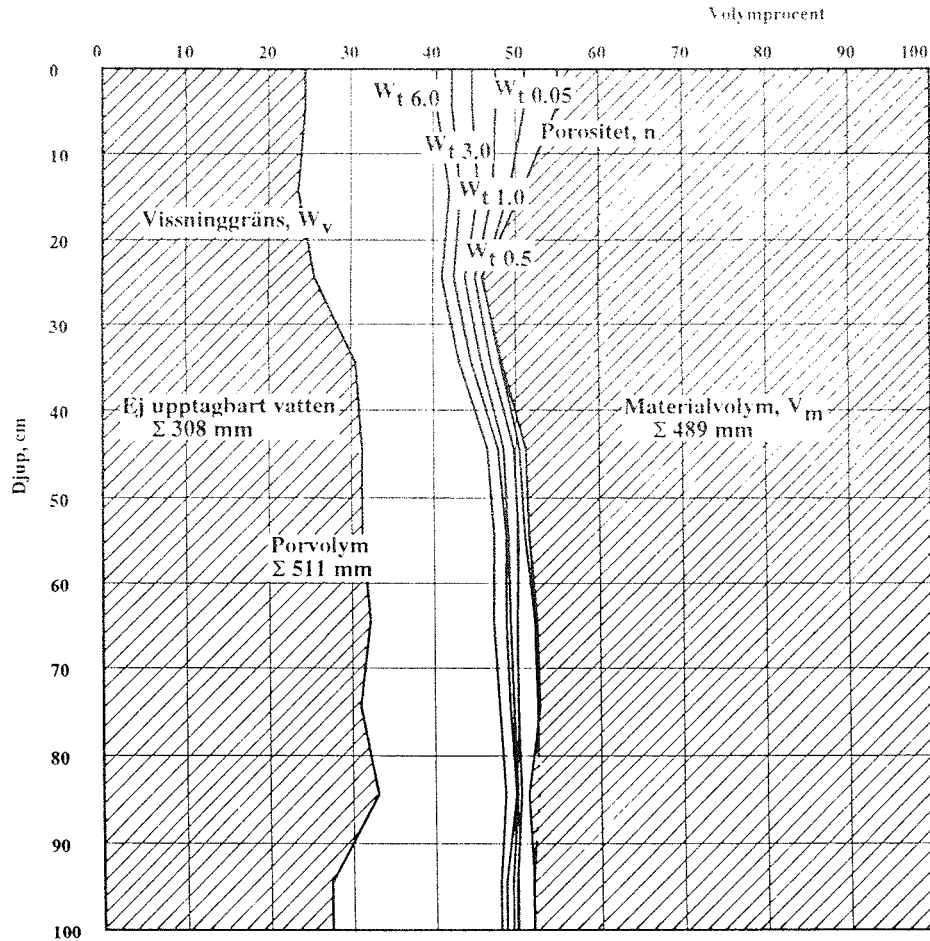
Djup cm	Por- volym, %	Vattenhalt i vol-% vid olika tension, m vp						Biologisk vissnings- gräns	Kompakt- densitet g/cm <sup>3</sup>	Torrt skrym- densitet g/cm <sup>3</sup>
		0,05	0,50	1,0	3,0	6,0	150			
0- 10	55,1	51,1	47,6	44,8	42,3	40,5	26,2	24,5	2,58	1,16
10- 20	50,7	49,2	47,2	45,4	43,3	42,0	25,6	23,6	2,59	1,28
20- 30	45,9	46,1	45,1	43,9	42,5	41,1	26,2	25,6	2,64	1,43
30- 40	48,3	48,1	47,0	45,8	44,6	43,1	32,4	30,5	2,73	1,41
40- 50	51,2	50,4	49,7	48,5	47,8	46,5	34,3	31,3	2,77	1,35
50- 60	51,5	51,0	50,2	49,0	48,7	47,2	32,5	31,3	2,77	1,34
60- 70	52,4	52,1	50,0	49,2	48,7	47,1	32,4	32,2	2,77	1,32
70- 80	52,7	52,4	50,1	49,6	49,1	47,8	34,6	31,0	2,76	1,31
80- 90	51,3	52,5	50,4	49,9	49,7	48,5	34,5	33,1	2,76	1,35
90-100	51,8	51,7	49,8	49,2	48,5	47,8	29,5	27,4	2,76	1,33



Figur 6. Kornstorleksfördelning i markprofilen från Ålbo.

Tabell 12. Vattengenomsläpplighet vid Ålbo 1 tim ( $K_1$ ) och 24 tim ( $K_{24}$ ) efter mätningens början

Djup, cm	$K_1$ , m/dygn	$K_{24}$ , m/dygn
0- 10	0,82	0,87
10- 20	0,93	1,1
20- 30	0,03	0,10
30- 40	0,01	0,006
40- 50	0,01	0,006
50- 60	0,01	0,006
60- 70	0,02	0,02
70- 80	0,008	0,02
80- 90	0,02	0,07
90-100	0,005	0,006



Figur 7. Volymförhållanden i markprofilen från Ålbo. Vatteninnehåll vid tensionsvärdena 0,05, 0,50, 1,0, 3,0, 6,0 och 150 m vp anges.

stora mängder växttillgängligt vatten. Om vattnet kan utnyttjas av grödan bestäms bland annat av rotdjupet. Vid vissningsgränsen finns det 291 - 308 mm vatten kvar i profilen beroende på vilken metod som används för bestämningen.

Genomsläppligheten för vatten (tabell 12) är låg eller mycket låg i hela profilen utom matjorden. Som jämförelse med de uppmätta värdena kan nämnas att genomsläppligheten bör ligga på minst 0,1 - 1,0 m/dygn för att dräneringen skall fungera tillfredsställande.

### Nederbörd

Månadsvärden för nederbörden vid närmaste SMHI-station redovisas i tabell 13. Där anges också normalvärden för perioden 1951-1980. För Nibble har nederbördsvärden från Västerås använts och för Norrbäck och Ålbo mätningar i Sala.

Tabell 13. Månadsnederbörd vid SMHI:s stationer i Västerås och Sala

	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec	s:a
Västerås													
1989	7	23	38	23	26	38	46	81	16	60	27	24	407
1990	44	54	20	24	17	53	102	28	90	43	38	22	534
1991	25	13	29	8	32	92	56	77	38	21	28	20	439
Normalvärde (1951-80)	31	23	22	27	36	44	66	70	53	47	46	39	504
Sala													
1989	9	36	44	54	42	36	51	78	11	57	28	24	470
1990	59	59	31	37	19	36	74	32	121	61	57	33	618
1991	47	24	36	13	33	116	44	49	63	27	64	27	543
Normalvärde (1951-80)	39	28	25	33	39	49	80	70	61	55	56	45	580

## RESULTAT

### Mängden utspritt material och kväveinnehåll

Mängderna tillfört material som marktäckning på våren och för nedbrukning på hösten liksom kväveinnehållet har beräknats och sammanställts i tabellerna 14 - 16. Startåret 1989 marktäcktes även höstleden på våren.

Tabell 14. Tillförd mängd organiskt material och dess kväveinnehåll vid Nibble

Tidpunkt	Material	Mängd, kg ts/ha	Kvävehalt, % av ts	Kväve, kg/ha
1989 vår	Ensilage 1)	4600	0,69	32
	Hö	5350	1,39	74
	Halm	5700	0,58	33
1989 höst	Ensilage	4600	0,69	32
	Hö	5350	1,39	74
	Halm	5700	0,58	33
1990 vår	Ensilage	9100	2,64	240
	Hö	5300	1,35	72
	Halm	4800	0,34	16
1990 höst	Ensilage	6200	0,57	35
	Hö	4200	1,51	63
	Halm	4500	0,64	29
1991 vår	Ensilage	8200	2,18	179
	Hö	6100	1,42	87
	Halm	4300	0,46	20

1) spreds hösten 1989



Tabell 15. Tillförd mängd organiskt material och dess kväveinnehåll vid Norrbäck

Tidpunkt	Material	Mängd, kg ts/ha	Kvävehalt, % av ts	Kväve, kg/ha
1989 vår	Ensilage	6800	0,64	44
	Hö	4150	0,94	39
	Halm	5700	0,65	37
1989 höst	Ensilage	6500	0,83	54
	Hö	4100	0,87	36
	Halm	5100	0,70	36
1990 vår	Ensilage	6600	2,29	151
	Hö	4100	0,78	32
	Halm	5200	0,82	43
1990 höst	Ensilage	3900	0,56	22
	Hö	4600	0,88	40
	Halm	2500	1,03	26
1991 vår	Ensilage	9300	2,60	242
	Hö	5800	1,81	105
	Halm	5500	0,30	17

Tabell 16. Tillförd mängd organiskt material och dess kväveinnehåll vid Ålbo

Tidpunkt	Material	Mängd, kg ts/ha	Kvävehalt, % av ts	Kväve, kg/ha
1989 vår	Ensilage	6100	0,67	41
	Hö	6800	1,13	77
	Halm	5800	0,52	30
1989 höst	Ensilage	6000	1,36	82
	Hö	4200	1,56	66
	Halm	5000	0,32	16
1990 vår	Ensilage	4300	2,93	126
	Hö	7200	1,16	84
	Halm	5800	0,40	23
1990 höst	Ensilage	4500	0,56	25
	Hö	8600	1,38	119
	Halm	6000	0,42	25
1991 vår	Ensilage	5500	1,94	107
	Hö	4700	1,28	60
	Halm	3500	1,57	55

## Effekter på avkastning och kvalitet

Effekterna av marktäckning med ensilage, hö och halm redovisas för de enskilda åren och för de tre försöksplatserna i figurerna 8 - 13 samt i tabellerna 17 - 39. Här kommenteras de enskilda försöken beträffande marktäckningen, väderleken och effekterna av marktäckningen på avkastning och kvalitet. Mineralkvävemängderna i marken på våren och på hösten kommenteras i anslutning till redovisningen av de enskilda försöken och redovisas samlat i figurerna 15 - 18.

### Nibble 1989

Nederbörden i maj var normal medan juni och juli var torrare än normalt. Temperaturen var högre än normalt i maj och juni.

Försöket såddes med korn den 5 maj och marktäckningen utfördes påföljande dag. Våren 1989 marktäcktes både vårleden och höstleden. Höstleden skulle enligt försöksplanen ha täckts hösten 1988 men medel för försökens genomförande fanns då inte tillgängliga. Halm från storbalar spreds med halmrivaren i tre cirka 1,8 m breda band dvs drygt 5 m brett. Hårdpressat hö i småbalar spreds också med halmrivaren. På grund av tekniska problem kunde marktäckningen med ensilage inte utföras vid Nibble. Storbalar som anskaffats för ändamålet gick inte att sprida med tillgänglig utrustning. Som kompensering för detta och med hänsyn till kommande år spreds i detta försöksled på hösten samma år 4 600 kg torrsustans per hektar av ensilage.

Uppkomsten skedde den 15 maj och försöket skördades den 28 augusti.

På våren före gödslingen fanns det omkring 50 kg mineralkväve per hektar ned till 60 cm djup.

Marktäckningen med halm hade de största effekterna på avkastningen. I genomsnitt ökade skörden med 30 % eller 1 200 kg/ha i alla halmtäckta led. Täckningen med hö höjde avkastningen med 21 %. Högsta skörden erhöles vid kvävegivan 40 kg/ha i alla led (figur 8a).

Kvävehalten i kärnan var högst i de hö- och halmtäckta leden liksom tusenkornvikten (tabell 17). Mängden mineralkväve i marken efter skörden var högst i de obehandlade leden.

Efter avslutad skörd spreds i september ensilage, hö och halm i höstleden. Omedelbart efter spridningen stubbearbetades hela försöket.

### Nibble 1990

Nederbörden var låg i maj och riklig i juli. Temperaturen var högre än normalt i maj och juni. Försöket såddes med korn den 23 april och marktäckning med ensilage, hö och halm skedde den 24 april. Exakthackat ensilage spreds med den för ändamålet vid JTI iordningställda gödselspridaren.

Uppkomst noterades den 5 maj och försöket skördades den 4 september.

Marktäckningen med ensilage gav i genomsnitt 24 % skördeökning. Halmtäckningen gav 5 % merskörd i genomsnitt men skördesänkning i ledet utan kvävegödsling och i ledet med låg kvävegiva. Hö gav också skördesänkning i ledet utan kvävegödsling och i ledet med låg kvävegiva men högre skörd vid de högre kvävegivorna (figur 8b). Kvävehalten i kärnan blev högst i ensilage-täckta led (tabell 18).

Mineralkvävemängden i marken var hög efter skörden. De lägsta värdena uppmättes i det halmtäckta ledet.

Ensilage, hö och halm som tillfördes och nedbrukades hösten 1989 gav i genomsnitt omkring 10 % högre skörd än obehandlade led. Effekten var störst i leden utan kvävegödsling (figur 9a).

Kvävehalten i kärnan var högst i leden som tillförts organiskt material på hösten (tabell 19).

Mineralkvävemängden i marken var hög efter skörden. De högsta värdena uppmättes i det obehandlade ledet och de lägsta i de hö och halmtäckta leden.

Efter avslutad skörd spreds ensilage, hö respektive halm i höstleden. Omedelbart efter spridningen stubbearbetades hela försöket.

### Nibble 1991

Nederbörden var låg i maj och hög i juni. Temperaturen var mycket lägre än normalt i maj och juni.

Försöket såddes med havre den 22 april och marktäckningen utfördes den 23 april. En ny förbättrad typ av halmrivare hade hyrts in. Denna gav ett bra spridningsresultat för hö och halm. För spridning av hackat ensilage användes åter JTI:s gödselspridare.

Uppkomsten var den 15 maj och skörden den 1 september.

I genomsnitt gav marktäckning med ensilage, hö och halm 13, 18 respektive 29 % i skördeökning. Effekterna för ensilage och hö var störst vid de låga kvävegivorna. Halmtäckningen resulterade i stora skördeökningar vid alla kvävenivåerna (figur 8c).

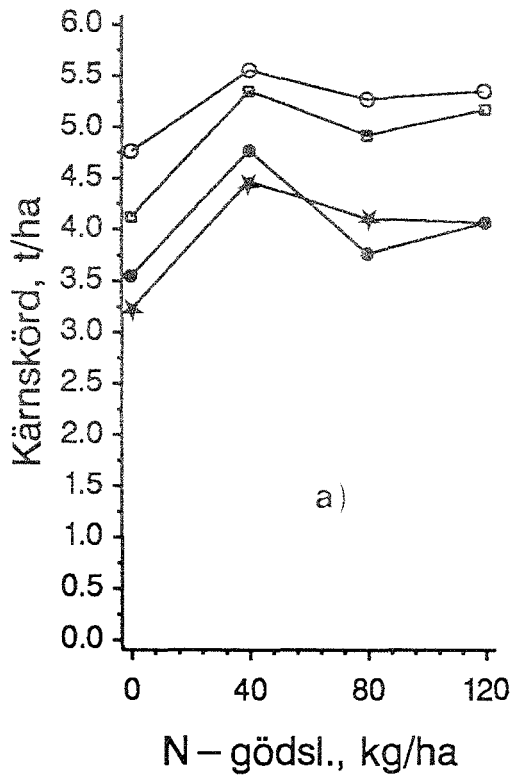
Kvävehalten i kärnan var högst i de ensilage- och hötäckta leden. Rymdvikt och tusenkornvikt var högst i de halmtäckta leden (tabell 20).

Mineralkvävemängderna efter skörden var ungefär lika stora i alla led.

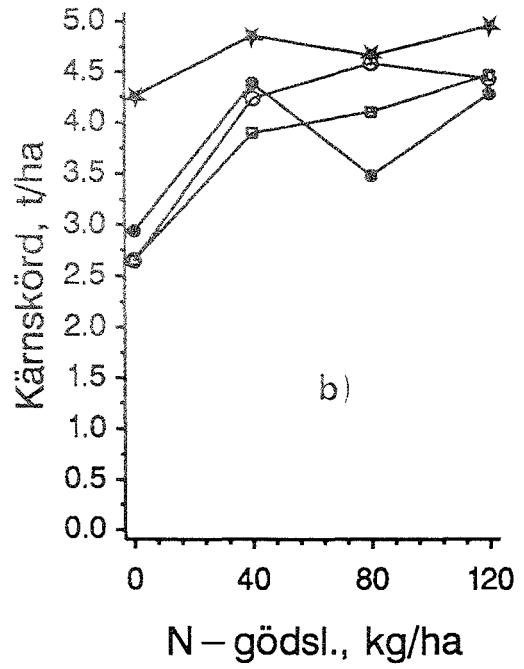
Tillförsel av organiskt material på hösten 1990 resulterade i små (2 - 5 %) skördeökningar. Avkastningen och kvävehalten i kärnan blev högst i de led som tillförts halm (figur 9b och tabell 21).

Mineralkvävemängden i marken var lägst i det obehandlade ledet och högst i de ensilage- och hötäckta leden.

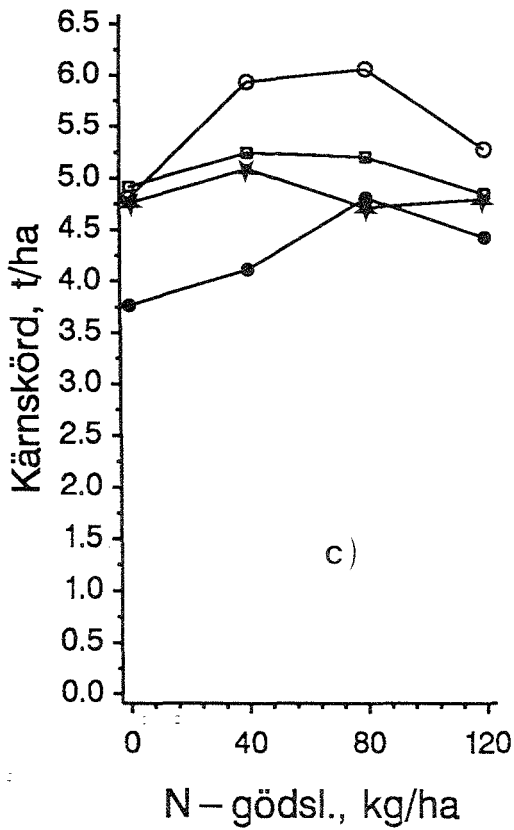
## Nibble Korn Vår 1989



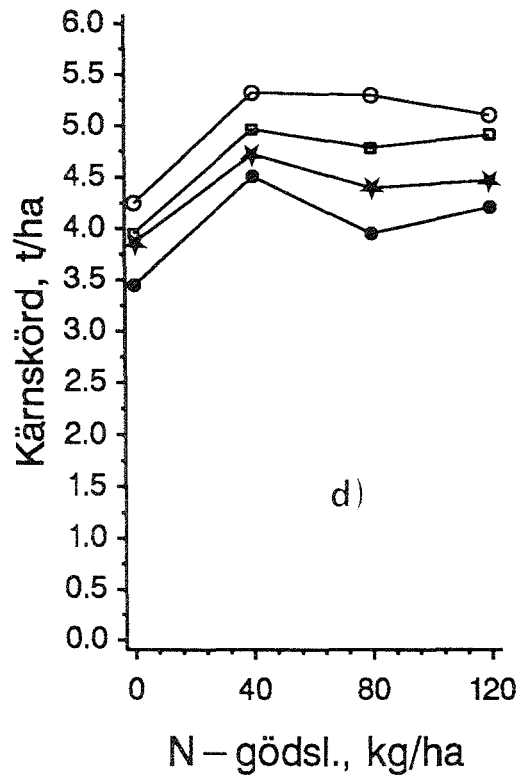
## Nibble Vår Korn 1990



## Nibble Havre Vår 1991



## Nibble Vår 1989 - 91

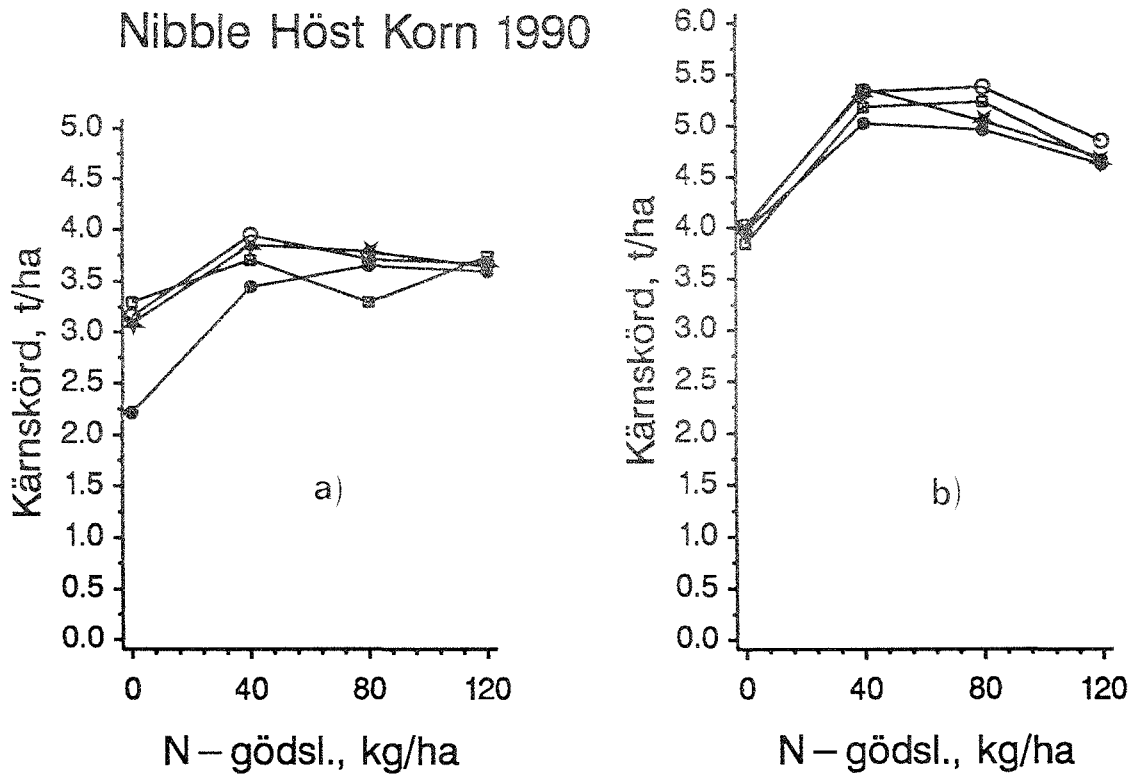


Figur 8. Marktäckningens inverkan på kärnskördens vid stigande kvävegiva. Resultat av marktäckning på våren, efter sådden vid Nibble 1989 (a), 1990 (b), 1991 (c) och medeltal 1989 - 91 (d).

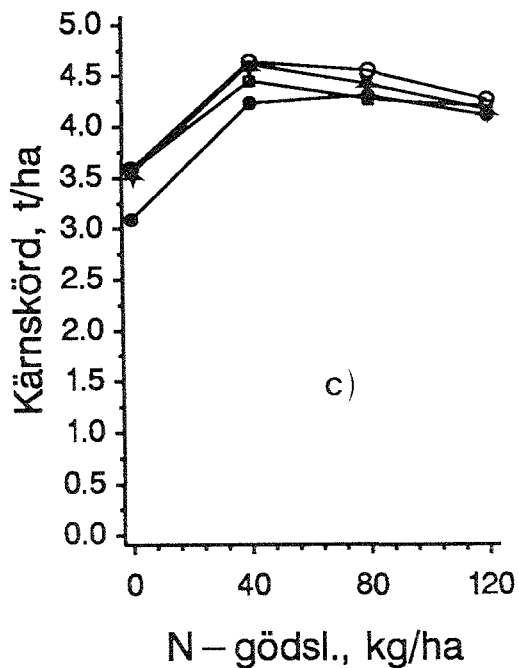
● = obehandlat  
★ = ensilage

□ = hö  
○ = halm

## Nibble Höst Havre 1991



## Nibble Höst 1990 - 91



Figur 9. Effekter på kärnskörd av tillförsel och grund nedbrukning av organiskt material på hösten. Resultat från Nibble 1990 (a), 1991 (b), och medeltal 1990 - 91 (c).

- = obehandlat
- ★ = ensilage
- = hö
- = halm

Tabell 17. Effekter av marktäckning på kornets avkastning och kvalitet vid Nibble 1989

För- söks- led	Kärna vid 15% vh		Total-N andel av ts %	Rymd- vikt g/l	Tkv vid 15% vh g	Strå- styrka (0-100)	Halm- vikt kg/ha
	kg/ha	rel					
A = obeh.	4038	100	2,28	690	42,2	80	1218
B = obeh.	3966	98	2,14	695	45,4	78	1136
C = hö	4895	121	2,51	694	49,5	76	1719
D = halm	5241	130	2,38	697	48,9	82	1835
N0 (0)	3914	100	1,76	695	47,1	97	1203
N1 (40)	5043	129	2,33	698	47,3	74	1639
N2 (80)	4518	115	2,60	689	45,4	77	1499
N3 (120)	4667	119	2,63	694	46,2	68	1566
A N0	3548	100	1,52	692	44,6	97	988
B N0	3223	91	1,58	688	45,5	97	845
C N0	4121	116	2,10	700	49,2	96	1307
D N0	4766	134	1,85	700	49,0	97	1671
A N1	4772	100	2,29	704	45,9	72	1432
B N1	4472	94	2,25	700	45,9	73	1209
C N1	5364	112	2,49	692	48,6	73	1957
D N1	5563	117	2,28	696	48,9	78	1960
A N2	3768	100	2,68	672	37,5	83	1059
B N2	4104	109	2,31	696	45,5	82	1248
C N2	4919	131	2,70	692	50,4	71	1951
D N2	5279	140	2,70	696	48,2	73	1738
A N3	4066	100	2,63	692	40,8	69	1392
B N3	4067	100	2,43	696	44,9	61	1242
C N3	5178	127	2,75	692	49,8	63	1661
D N3	5356	132	2,71	696	49,5	81	1971

LSD<sub>0,05</sub> = 357 kg/ha



Tabell 18. Effekter av marktäckning på kornets avkastning och kvalitet vid Nibble 1990

För- söks- led	Kärna vid 15% vh		Total-N andel av ts %	Rymd- vikt g/l	Tkv vid 15% vh g	Strå- styrka (0-100)	Halm- vikt kg/ha
	kg/ha	rel					
A = obeh.	3771	100	2,01	664	38,7	65	1555
B = ensilage	4687	124	2,25	650	37,3	31	2202
C = hö	3783	100	2,12	669	36,8	78	1607
D = halm	3978	105	2,03	668	39,5	73	1696
N0 (0)	3125	100	1,94	668	38,3	76	1438
N1 (40)	4349	139	2,02	663	38,9	75	1849
N2 (80)	4210	135	2,19	659	37,5	56	1838
N3 (120)	4536	145	2,25	661	37,5	39	1935
A N0	2938	100	1,72	676	42,4	95	1123
B N0	4255	145	2,09	652	36,4	50	1934
C N0	2655	90	1,96	672	35,9	90	1339
D N0	2652	90	2,01	672	38,6	70	1354
A N1	4389	100	1,99	664	40,8	75	1641
B N1	4869	111	2,23	648	38,0	35	2306
C N1	3901	89	1,99	672	36,6	90	1678
D N1	4236	97	1,85	668	40,4	100	1773
A N2	3477	100	2,13	660	37,3	65	1606
B N2	4666	134	2,33	648	36,8	25	2255
C N2	4107	118	2,22	664	37,6	65	1581
D N2	4592	132	2,08	664	38,3	70	1910
A N3	4282	100	2,19	656	34,4	25	1851
B N3	4959	116	2,33	652	38,0	15	2314
C N3	4468	104	2,30	668	37,0	65	1829
D N3	4434	104	2,19	668	40,5	50	1748

LSD<sub>0,05</sub> = 513 kg/ha

Tabell 19. Effekter av tillförsel och grund nedbrukning av organiskt material på hösten på kornets avkastning och kvalitet vid Nibble 1990

För- söks- led	Kärna vid 15% vh		Total-N andel av ts %	Rymd- vikt g/l	Tkv vid 15% vh g	Strå- styrka (0-100)	Halm- vikt kg/ha
	kg/ha	rel					
A = obeh.	3228	100	1,98	661	38,6	61	1461
B = ensilage	3596	111	2,03	664	38,3	56	1519
C = hö	3513	109	2,08	657	38,1	51	1446
D = halm	3624	112	2,09	662	39,6	60	1445
N0 (0)	2940	100	1,80	673	42,8	86	1140
N1 (40)	3740	127	1,94	667	38,6	66	1575
N2 (80)	3617	123	2,17	655	37,1	38	1625
N3 (120)	3665	125	2,28	649	36,0	39	1531
A N0	2216	100	1,67	676	43,2	85	1048
B N0	3091	140	1,77	676	42,8	80	1210
C N0	3296	149	1,83	676	42,4	85	1156
D N0	3157	142	1,95	664	42,9	95	1145
A N1	3445	100	1,96	660	36,4	65	1456
B N1	3856	112	1,93	668	37,7	65	1722
C N1	3711	108	1,98	664	38,6	75	1499
D N1	3947	115	1,89	676	41,6	60	1623
A N2	3656	100	2,07	656	39,5	40	1766
B N2	3793	104	2,15	656	36,8	40	1624
C N2	3298	90	2,19	648	35,0	35	1543
D N2	3719	102	2,26	660	37,0	35	1566
A N3	3597	100	2,24	652	35,2	55	1574
B N3	3645	101	2,28	656	35,8	40	1522
C N3	3746	104	2,34	640	36,3	10	1585
D N3	3674	102	2,28	648	36,8	50	1444

 $LSD_{0,05} = 513 \text{ kg/ha}$

Tabell 20. Effekter av marktäckning på havrens avkastning och kvalitet vid Nibble 1991

För- söks- led	Kärna vid 15% vh		Total-N andel av ts %	Rymd- vikt g/l	Tkv vid 15% vh g	Strå- styrka (0- -100)	Halm- vikt kg/ha	Kärn- halt %
	kg/ha	rel						
A = obeh.	4280	100	2,04	544	27,8	18	1623	74,8
B = ensilage	4839	113	2,31	526	27,7	1	2675	75,1
C = hö	5054	118	2,21	550	29,1	10	2881	74,9
D = halm	5521	129	1,99	569	29,4	36	2566	75,4
N0 (0)	4561	100	1,86	581	31,9	53	2342	74,8
N1 (40)	5099	112	2,19	545	27,5	9	2588	74,2
N2 (80)	5198	114	2,21	544	28,4	4	2510	76,6
N3 (120)	4836	106	2,29	519	26,4	0	2305	74,7
A N0	3767	100	1,78	576	31,0	70	1864	75,4
B N0	4757	126	1,99	560	31,4	5	3051	76,1
C N0	4918	131	1,94	588	32,9	35	2779	73,6
D N0	4803	128	1,72	600	32,2	100	1676	73,9
A N1	4117	100	2,32	524	24,1	0	1459	72,3
B N1	5093	124	2,28	532	27,7	0	3128	75,6
C N1	5248	127	2,23	552	28,5	5	2886	73,6
D N1	5939	144	1,92	572	29,5	30	2879	75,3
A N2	4807	100	2,26	552	29,0	0	1654	77,4
B N2	4714	98	2,21	528	27,0	0	2485	75,5
C N2	5206	108	2,31	532	28,2	0	2993	77,1
D N2	6063	126	2,07	564	29,2	15	2908	76,5
A N3	4429	100	1,79	524	27,2	0	1514	74,1
B N3	4791	108	2,75	484	24,5	0	2036	73,3
C N3	4845	109	2,37	528	27,0	0	2867	75,3
D N3	5279	119	2,25	540	26,8	0	2802	76,0

 LSD<sub>0,05</sub> = 448 kg/ha

Tabell 21. Effekter av tillförsel och grund nedbrukning av organiskt material på hösten på havrens avkastning och kvalitet vid Nibble 1991

För- söks- led	Kärna vid 15% vh		Total-N andel av ts %	Rymd- vikt g/l	Tkv vid 15% vh g	Strå- styrka (0- -100)	Halm- vikt kg/ha	Kärn- halt %
	kg/ha	rel						
A = obeh.	4646	100	2,02	568	28,2	24	2579	76,1
B = ensilage	4776	103	2,03	561	27,3	23	2477	75,9
C = hö	4733	102	1,93	563	27,9	25	2401	74,5
D = halm	4899	105	2,12	566	28,9	25	2045	76,1
N0 (0)	3954	100	1,63	608	30,8	95	1582	74,9
N1 (40)	5231	132	1,90	570	27,6	0	3073	75,9
N2 (80)	5160	131	2,23	540	27,1	0	2643	76,1
N3 (120)	4709	119	2,35	540	26,8	1	2204	75,7
A N0	3965	100	1,59	616	31,2	90	1971	76,3
B N0	3989	101	1,57	604	30,0	90	1629	74,4
C N0	3844	97	1,50	600	29,6	100	1272	72,5
D N0	4017	101	1,85	612	32,5	100	1456	76,3
A N1	5025	100	1,92	576	28,2	0	3411	76,3
B N1	5369	107	1,92	568	26,1	0	3113	75,8
C N1	5189	103	1,75	568	27,0	0	3159	74,7
D N1	5339	106	2,00	568	29,0	0	2608	76,8
A N2	4964	100	2,32	536	27,4	0	2669	76,1
B N2	5054	102	2,32	536	26,8	0	2481	77,5
C N2	5240	106	2,05	544	26,3	0	2873	75,0
D N2	5381	108	2,23	544	28,0	0	2547	75,9
A N3	4629	100	2,25	544	25,9	5	2263	75,8
B N3	4690	101	2,32	536	26,3	0	2686	76,0
C N3	4659	101	2,41	540	28,9	0	2300	75,6
D N3	4859	105	2,41	540	26,2	0	1568	75,3

LSD<sub>0,05</sub> = 448 kg/ha

Tabell 22. Genomsnittliga effekter av marktäckning på vårsädens avkastning och kvalitet vid Nibble 1989 - 91

För- söks- led	Kärna vid 15% vh		Total-N andel av ts %	Rymd- vikt g/l	Tkv vid 15% vh g	Strå- styrka (0-100)	Halm- vikt kg/ha
	kg/ha	rel					
A = obeh.	4032	100	2,15	647	37,7	61	1404
B = ensilage <sup>*)</sup>	4365	108	2,21	642	39,0	47	1787
C = hö	4657	116	2,34	652	41,2	60	1981
D = halm	4995	124	2,20	658	41,7	68	1983
N0 (0)	3879	100	1,83	660	41,1	80	1546
N1 (40)	4883	126	2,21	651	40,2	58	1929
N2 (80)	4611	119	2,40	645	39,2	54	1837
N3 (120)	4676	121	2,45	642	39,1	44	1843
A N0	3450	100	1,63	659	40,6	90	1241
B N0	3864	112	1,81	647	39,7	62	1669
C N0	3954	115	2,02	665	41,8	79	1683
D N0	4247	123	1,86	668	42,2	91	1593
A N1	4512	100	2,22	649	39,1	55	1491
B N1	4726	105	2,25	645	39,4	45	1963
C N1	4969	110	2,30	652	40,5	60	2119
D N1	5325	118	2,08	658	41,9	71	2143
A N2	3955	100	2,44	639	35,3	58	1345
B N2	4397	111	2,29	642	38,7	47	1809
C N2	4788	121	2,48	645	41,6	52	2119
D N2	5303	134	2,39	655	41,0	58	2074
A N3	4211	100	2,31	641	35,8	41	1537
B N3	4471	106	2,49	632	38,1	34	1709
C N3	4917	117	2,54	645	40,9	48	2004
D N3	5106	121	2,46	650	41,5	53	2123

LSD<sub>0,05</sub> = 298 kg/ha

<sup>\*)</sup> Obehandlat 1989. I medeltal för 1990 och 1991 höjde ensilagetäckningen kärnskörden från 4026 kg/ha till 4763 kg/ha, dvs med 18 %.

Tabell 23. Genomsnittliga effekter av tillförsel och grund nedbrukning av organiskt material på hösten på vårsädens avkastning och kvalitet vid Nibble 1990 - 91

För- söks- led	Kärna vid 15% vh		Total-N andel av ts %	Rymd- vikt g/l	Tkv vid 15% vh g	Strå- styrka (0-100)	Halm- vikt kg/ha
	kg/ha	rel					
A = obeh.	3937	100	2,00	615	33,4	43	2020
B = ensilage	4186	106	2,03	613	32,8	39	1998
C = hö	4123	105	2,01	610	33,0	38	1923
D = halm	4262	108	2,11	614	34,2	43	1745
N0 (0)	3447	100	1,72	641	36,8	91	1361
N1 (40)	4485	130	1,92	619	33,1	33	2324
N2 (80)	4388	127	2,20	598	32,1	19	2134
N3 (120)	4187	121	2,32	595	31,4	20	1868
A N0	3090	100	1,63	646	37,2	88	1509
B N0	3540	115	1,67	640	36,4	85	1419
C N0	3570	116	1,66	638	36,0	93	1214
D N0	3587	116	1,90	638	37,7	98	1300
A N1	4235	100	1,94	618	32,3	33	2434
B N1	4613	109	1,92	618	31,9	33	2418
C N1	4450	105	1,86	616	32,8	38	2329
D N1	4643	110	1,94	622	35,3	30	2116
A N2	4310	100	2,19	596	33,5	20	2218
B N2	4424	103	2,23	596	31,8	20	2052
C N2	4269	99	2,12	596	30,7	18	2208
D N2	4550	106	2,25	602	32,5	18	2057
A N3	4113	100	2,25	598	30,5	30	1919
B N3	4167	101	2,30	596	31,1	20	2104
C N3	4202	102	2,37	590	32,6	5	1943
D N3	4267	104	2,34	594	31,5	25	1506

LSD<sub>0,05</sub> = 298 kg/ha

### Nibble 1989-91

I medeltal för de tre åren gav marktäckningen med halm 24 % högre skörd. Hötäckningen ökade skörden med 16 %. Marktäckningen med hö och halm gav stora positiva effekter (18 - 30 %) 1989 och 1991 medan effekterna var mindre 1990. Under de två år som ensilage- täckning utfördes (ej 1989) blev den genomsnittliga merskörden 13 respektive 24 % (figur 8d ). Kvävehalten i kärnan och tusenkornvikten höjdes av marktäckningen (tabell 22).

Tillförsel och nedbrukning av organiskt material på hösten gav i genomsnitt 5 - 8 % merskörd. Effekterna var störst i leden utan kvävegödsling. Kvävehalten i kärnan, rymdvikten och tusenkornvikten påverkades obetydligt (figur 9c och tabell 23).

Mineralkvävemängden i marken påverkades inte i någon entydig riktning av behandlingarna. Resultaten var växlande mellan åren och i genomsnitt var skillnaderna små.

### Norrbäck 1989

Nederbörden var normal i maj och under normal i juni och juli. Temperaturen var över den normala i maj och juni.

Försöket såddes med korn den 9 maj. Efter sådden kom det regn och marktäckningen kunde därför inte ske förrän den 15 maj. Markfuktigheten var då fortfarande hög vilket resulterade i packningsskador. Av samma anledning som vid Nibble vårtäcktes även leden som enligt försöksplanen skulle behandlats föregående höst. Exakthackat ensilage spreds med JTI:s stallgödselspridare och hö och halm med halmrivaren.

Uppkomsten var den 15 maj och försöket skördades den 30 augusti.

Mängden mineralkväve i marken före sådden var 25 - 30 kg/ha.

Marktäckningen ledde genomgående till lägre skörd speciellt i de hö- och halm-täckta leden. I dessa led blev även kvävehalten i kärnan lägre (figur 10a och tabell 24). De negativa effekterna berodde sannolikt på de packningsskador som uppstod vid spridningen av täckningsmaterialen.

Mängden mineralkväve i marken efter skörden var lägre i de behandlade leden.

Efter avslutad skörd spreds i september ensilage, hö respektive halm i höstleden. Efter spridningen stubbearbetades försöket.

### Norrbäck 1990

Nederbörden var lägre och temperaturen högre än normalt i maj och juni.

Försöket såddes med havre den 24 april och marktäckningen utfördes påföljande dag. Vid sådden noterades att det material som spritts och harvats

ned föregående höst hade försenat upptorkningen vilket bidrog till en del packningsskador.

Uppkomsten var omkring den 6 maj och skörden den 12 september.

Marktäckningen efter sådden gav stora skördeökningar. Vid de två högsta kvävegivorna ökade skörden med omkring 50 % (1 500 kg/ha) för alla marktäckningsmaterialen. I genomsnitt över alla kvävenivåerna hade ensilage de största effekterna (figur 10b).

Marktäckningen resulterade i lägre kvävehalt i kärnan medan rymdvikten och tusenkornvikten blev högre (tabell 25).

Mängden mineralkväve i marken efter skörden var lägre i de behandlade leden.

Tillförsel av organiskt material på hösten 1989 hade liten inverkan på avkastningen för ensilage och hö. Halmtillförseln gav skördesänkning i synnerhet vid låga kvävegivor. Ensilage och hö medförde lägre kvävehalt i kärnan medan tusenkornvikten höjdes i de behandlade leden (figur 11a och tabell 26).

Vid spridningen av växtmaterialen i höstleden efter skörden blev mängderna lägre än vad som avsetts. Halmen var mycket voluminös varför problem med nedbrukningen befarades. Det var skälet till att mängden reducerades.

### Norrbäck 1991

Nederbörden var normal i maj och mycket riklig i juni. Temperaturen var mycket lägre än normalt i maj och juni. Försöket såddes den 25 april och marktäcktes påföljande dag. Givan av ensilage blev betydligt större än vad som avsetts.

Mineralkvävemängden i marken före sådden var lägst i de led som marktäckts 1989 och 1990.

Marktäckning med ensilage gav i genomsnitt 8 % skördeökning (Tabell 27). Täckningen med hö hade liten betydelse för avkastningen medan halmtäckningen gav en kraftig skördedepression. Vid de låga kvävegivorna gav halmtäckningen ren missväxt medan skörden ökade med 9 % vid den högsta kvävegivan (figur 10c). I de halmtäckta leden uppstod kraftig kvävebrist sannolikt orsakad av denitrifikation till följd av det stora nederbördsöverskottet i juni. Grödan etablerades och utvecklades normalt i början av växtperioden men tynade sedan bort.

Mineralkvävemängden i marken efter skörden var lägst i det halmtäckta ledet.

Tillförsel och grund nedbrukning av organiskt material hösten 1990 resulterade genomgående i sänkt skörd. I genomsnitt var skördesänkningen omkring 20 %. I synnerhet gav hö- och halmtäckning i kombination med låga kvävegivor kraftig skördedepression. Behandlingarna medförde också sänkt kvävehalt i kärnan och sänkt tusenkornvikt (figur 11b och tabell 28).



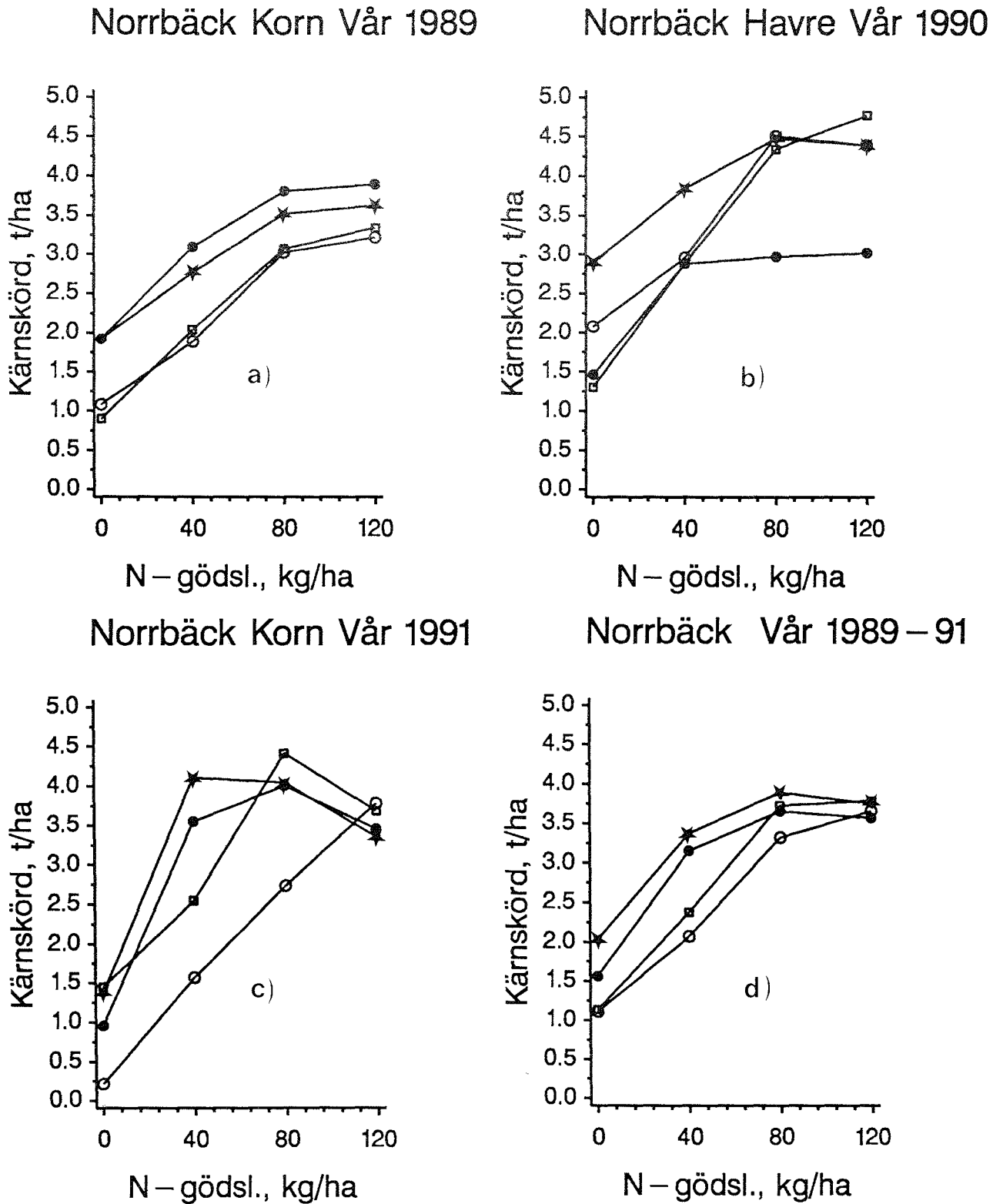
Mineralkvävemängden efter skörden var lägst i de behandlade leden.

#### Norrbäck 1989-91

Effekterna av marktäckning på våren har i genomsnitt för de tre försöksåren varit positiva för ensilage (+ 9 %) men negativa för hö (- 8 %) och halm (- 15 %) (figur 10d och tabell 29).

1989 gav marktäckningen genomgående skördesänkning. Orsaken var troligen markpackning i samband med spridningen av materialet. 1990 gav marktäckningen stora skördeökningar. 1991 gav halmtäckningen upphov till kvävebrist vilket resulterade i stor avkastningsdepression. Hö och ensilage gav såväl positiva som negativa effekter på skörden detta år.

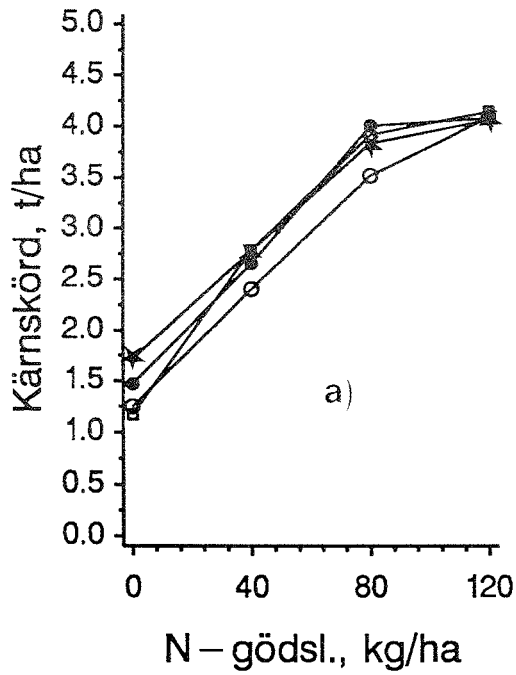
Tillförsel av organiskt material på hösten gav i genomsnitt för de två försöksåren omkring 10 % skördesänkning. Skördesänkningen var störst för halm och minst för ensilage. De största negativa effekterna uppstod i led utan kvävegödsling eller med låg kvävegiva (figur 11c och tabell 30).



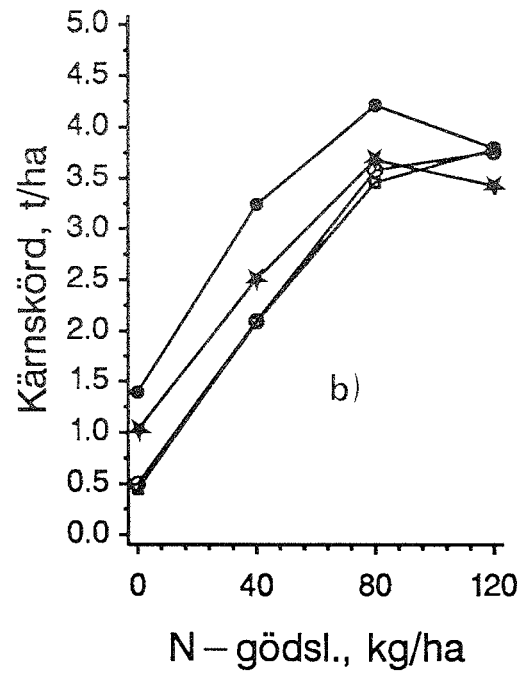
Figur 10. Marktäckningens inverkan på kärnskörd vid stigande kvävegiva. Resultat av marktäckning på våren, efter sådden vid Norrbäck 1989 (a), 1990 (b), 1991 (c) och medeltal 1989 - 91 (d).

- = obehandlat
- ★ = ensilage
- = hö
- = halm

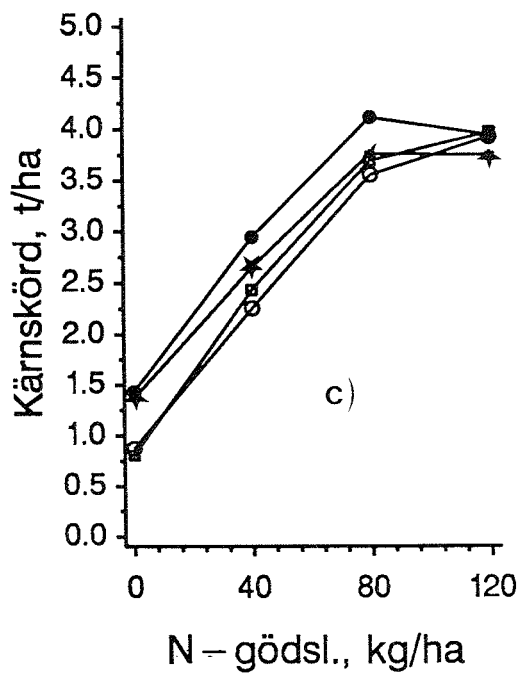
## Norrback Höst Havre 1990



## Norrback Höst Korn 1991



## Norrback Höst 1990 - 91



Figur 11. Effekter på kärnskördens av tillförsel och grund nedbrukning av organiskt material på hösten. Resultat från Norrback 1990 (a), 1991 (b), och medeltal 1990 - 91 (c).

- = obehandlat
- ★ = ensilage
- = hö
- = halm

Tabell 24. Effekter av marktäckning på kornets avkastning och kvalitet vid Norrbäck 1989

För- söks- led	Kärna vid 15% vh		Total-N andel av ts %	Rymd- vikt g/l	Tkv vid 15% vh g	Strå- styrka (0-100)	Halm- vikt kg/ha
	kg/ha	rel					
A = obeh.	3184	100	1,82	680	46,6	100	1420
B = ensilage	2962	93	1,82	694	47,4	100	1497
C = hö	2341	74	1,76	693	46,6	100	1161
D = halm	2304	72	1,74	690	46,7	100	1114
N0 (0)	1457	100	1,61	676	42,4	100	681
N1 (40)	2450	168	1,58	694	48,0	100	1102
N2 (80)	3360	231	1,87	696	48,4	100	1737
N3 (120)	3524	242	2,08	691	48,5	100	1671
A N0	1922	100	1,19	636	41,0	100	958
B N0	1925	100	1,70	688	41,3	100	848
C N0	901	47	1,85	692	41,7	100	412
D N0	1080	56	1,72	688	45,4	100	506
A N1	3096	100	1,65	696	48,8	100	1377
B N1	2771	90	1,62	696	48,1	100	1417
C N1	2044	66	1,52	692	47,1	100	816
D N1	1889	61	1,54	692	48,1	100	800
A N2	3815	100	2,12	696	48,0	100	1661
B N2	3523	92	1,92	700	50,1	100	1770
C N2	3074	81	1,74	696	49,4	100	1737
D N2	3027	79	1,71	692	46,2	100	1781
A N3	3901	100	2,32	692	48,5	100	1683
B N3	3631	93	2,06	692	50,1	100	1954
C N3	3346	86	1,94	692	48,2	100	1680
D N3	3219	83	2,00	688	47,3	100	1369

LSD<sub>0,05</sub> = 440 kg/ha

Tabell 25. Effekter av marktäckning på havrens avkastning och kvalitet vid Norrbäck 1990

För- söks- led	Kärna vid 15% vh		Total-N andel av ts %	Rymd- vikt g/l	Tkv vid 15% vh g	Strå- styrka (0- -100)	Halm- vikt kg/ha	Kärn- halt %
	kg/ha	rel						
A = obeh.	2583	100	2,07	583	33,5	100	557	77,1
B = ensilage	3901	151	1,94	589	35,3	100	727	76,0
C = hö	3325	129	1,68	596	35,1	100	946	75,8
D = halm	3483	135	1,59	595	35,0	100	871	76,0
N0 (0)	1935	100	1,73	597	35,5	100	289	75,1
N1 (40)	3143	162	1,68	589	34,1	100	710	75,4
N2 (80)	4074	211	1,86	589	34,4	100	1118	77,2
N3 (120)	4140	214	2,00	588	34,9	100	983	77,1
A N0	1462	100	1,82	588	32,6	100	222	74,3
B N0	2897	198	1,66	592	35,7	100	326	76,8
C N0	1305	89	1,73	604	37,1	100	222	74,9
D N0	2077	142	1,70	604	36,5	100	387	74,3
A N1	2885	100	1,92	576	33,4	100	663	76,5
B N1	3846	133	1,89	584	36,1	100	640	74,2
C N1	2884	100	1,49	600	32,9	100	856	74,7
D N1	2957	103	1,44	596	34,0	100	682	76,1
A N2	2968	100	2,13	584	34,0	100	631	79,5
B N2	4475	151	1,96	588	34,7	100	1108	76,9
C N2	4344	146	1,76	592	35,1	100	1388	76,3
D N2	4510	152	1,61	592	33,9	100	1345	76,0
A N3	3017	100	2,40	584	34,2	100	712	77,9
B N3	4387	145	2,25	592	34,5	100	836	76,0
C N3	4768	158	1,76	588	35,0	100	1316	77,1
D N3	4390	146	1,61	588	35,8	100	1069	77,4

LSD<sub>0,05</sub> = 984 kg/ha

Tabell 26. Effekter av tillförsel och grund nedbrukning av organiskt material på hösten på havrens avkastning och kvalitet vid Norrbäck 1990

För- söks- led	Kärna vid 15% vh		Total-N andel av ts %	Rymd- vikt g/l	Tkv vid 15% vh g	Strå- styrka (0- -100)	Halm- vikt kg/ha	Kärn- halt %
	kg/ha	rel						
A = obeh.	3058	100	1,86	588	33,9	100	720	75,6
B = ensilage	3104	101	1,63	598	34,5	100	634	75,6
C = hö	3009	98	1,71	586	36,0	100	553	75,0
D = halm	2821	92	1,84	590	34,8	100	466	75,9
N0 (0)	1404	100	1,68	592	34,3	100	207	74,7
N1 (40)	2660	190	1,73	594	34,7	100	510	74,9
N2 (80)	3826	273	1,76	588	35,7	100	850	76,2
N3 (120)	4102	292	1,88	588	34,6	100	806	76,2
A N0	1473	100	1,77	584	32,1	100	185	75,4
B N0	1719	117	1,61	608	34,3	100	277	74,3
C N0	1173	80	1,58	584	36,9	100	176	73,6
D N0	1250	85	1,78	592	33,8	100	188	75,4
A N1	2658	100	1,84	588	33,4	100	615	74,8
B N1	2784	105	1,69	604	34,8	100	619	75,9
C N1	2788	105	1,58	588	35,5	100	401	73,8
D N1	2409	91	1,83	596	35,1	100	405	75,3
A N2	4016	100	1,99	588	36,2	100	1085	75,4
B N2	3841	96	1,56	596	34,4	100	856	76,7
C N2	3922	98	1,72	588	37,0	100	829	76,1
D N2	3526	88	1,78	580	35,4	100	628	76,7
A N3	4087	100	1,86	592	34,1	100	993	76,8
B N3	4072	100	1,68	584	34,6	100	784	75,6
C N3	4152	102	1,97	584	34,7	100	804	76,3
D N3	4097	100	1,99	592	35,0	100	643	76,1

LSD<sub>0,05</sub> = 984 kg/ha

Tabell 27. Effekter av marktäckning på kornets avkastning och kvalitet vid Norrbäck 1991

För- söks- led	Kärna vid 15% vh		Total-N andel av ts %	Rymd- vikt g/l	Tkv vid 15% vh g	Strå- styrka (0-100)	Halm- vikt kg/ha
	kg/ha	rel					
A = obeh.	2991	100	1,73	660	44,4	100	1069
B = ensilage	3216	108	1,92	662	42,8	96	1374
C = hö	3023	101	1,65	669	44,3	90	1291
D = halm	2074	69	1,65	649	43,2	92	959
N0 (0)	996	100	1,79	661	42,8	100	301
N1 (40)	2942	295	1,46	656	44,1	99	1237
N2 (80)	3798	382	1,73	660	43,0	93	1682
N3 (120)	3568	358	1,96	663	44,9	86	1474
A N0	957	100	1,56	660	42,8	100	321
B N0	1361	142	2,21	668	43,1	100	428
C N0	1448	151	1,62	652	41,4	100	441
D N0	217	23	1,79	664	43,9	100	14
A N1	3546	100	1,38	656	45,9	100	1212
B N1	4106	116	1,46	672	45,3	98	1686
C N1	2547	72	1,49	660	43,0	98	1246
D N1	1569	44	1,52	636	42,4	100	803
A N2	4009	100	1,79	664	43,4	100	1574
B N2	4042	101	1,87	652	40,7	98	1998
C N2	4413	110	1,64	680	46,4	85	1831
D N2	2730	68	1,63	644	41,4	88	1326
A N3	3454	100	2,19	660	45,6	100	1169
B N3	3355	97	2,14	656	42,2	88	1386
C N3	3684	107	1,84	684	46,5	78	1646
D N3	3781	109	1,68	652	45,1	80	1694

LSD<sub>0,05</sub> = 1 141 kg/ha

Tabell 28. Effekter av tillförsel och grund nedbrukning av organiskt material på hösten på kornets avkastning och kvalitet vid Norrbäck 1991

För- söks- led	Kärna vid 15% vh		Total-N andel av ts %	Rymd- vikt g/l	Tkv vid 15% vh g	Strå- styrka (0-100)	Halm- vikt kg/ha
	kg/ha	rel					
A = obeh.	3162	100	1,65	661	44,2	91	1273
B = ensilage	2662	84	1,58	666	42,9	93	1046
C = hö	2446	77	1,61	650	41,0	93	937
D = halm	2484	79	1,52	660	43,1	94	972
N0 (0)	843	100	1,77	648	42,1	100	262
N1 (40)	2484	295	1,45	658	43,3	98	1053
N2 (80)	3732	443	1,46	666	43,1	90	1563
N3 (120)	3694	438	1,67	665	42,6	84	1486
A N0	1397	100	1,77	656	43,6	100	331
B N0	1025	73	1,68	668	43,3	100	290
C N0	450	32	1,96	628	40,8	100	122
D N0	499	36	1,69	640	40,8	100	209
A N1	3239	100	1,55	664	44,6	90	1395
B N1	2513	78	1,43	664	43,1	100	922
C N1	2086	64	1,42	644	41,1	100	791
D N1	2100	65	1,40	660	44,5	100	895
A N2	4211	100	1,50	664	45,0	90	1915
B N2	3679	87	1,47	672	43,6	88	1481
C N2	3459	82	1,44	660	40,8	90	1309
D N2	3579	85	1,44	668	43,1	93	1278
A N3	3799	100	1,77	660	43,5	85	1450
B N3	3431	90	1,75	660	41,6	83	1492
C N3	3788	100	1,63	668	41,4	83	1527
D N3	3760	99	1,54	672	44,1	85	1506

 LSD<sub>0,05</sub> = 1 141 kg/ha



Tabell 29. Genomsnittliga effekter av marktäckning på vårsädens avkastning och kvalitet vid Norrbäck 1989 - 91

För- söks- led	Kärna vid 15% vh		Total-N andel av ts %	Rymd- vikt g/l	Tkv vid 15% vh g	Strå- styrka (0- -100)	Halm- vikt kg/ha	Kärn- halt %
	kg/ha	rel						
A = obeh.	2985	100	1,86	651	42,8	100	1117	77,1
B = ensilage	3260	109	1,88	660	43,2	99	1274	76,0
C = hö	2758	92	1,71	663	43,1	98	1140	75,8
D = halm	2541	85	1,68	656	42,9	98	1014	76,0
N0 (0)	1461	100	1,69	653	40,8	100	488	75,1
N1 (40)	2746	188	1,58	658	43,6	100	1038	75,4
N2 (80)	3648	250	1,84	660	43,6	98	1569	77,2
N3 (120)	3689	252	2,03	658	44,2	97	1450	77,1
A N0	1566	100	1,44	630	39,4	100	615	74,3
B N0	2027	129	1,82	659	40,4	100	612	76,8
C N0	1139	73	1,76	660	40,5	100	372	74,9
D N0	1114	71	1,73	661	42,8	100	353	74,3
A N1	3156	100	1,65	656	44,2	100	1157	76,5
B N1	3374	107	1,65	662	44,4	99	1290	74,2
C N1	2380	75	1,51	661	42,5	99	933	74,7
D N1	2076	66	1,51	654	43,1	100	771	76,1
A N2	3652	100	2,04	660	43,4	100	1382	79,5
B N2	3891	107	1,92	660	43,9	99	1661	76,9
C N2	3726	102	1,72	666	45,1	96	1673	76,3
D N2	3324	91	1,66	655	41,9	97	1558	76,0
A N3	3568	100	2,31	657	44,2	100	1312	77,9
B N3	3751	105	2,13	658	44,2	97	1532	76,0
C N3	3786	106	1,87	664	44,5	94	1581	77,1
D N3	3652	102	1,82	654	43,9	95	1375	77,4

LSD<sub>0,05</sub> = 274 kg/ha

Tabell 30. Genomsnittliga effekter av tillförsel och grund nedbrukning av organiskt material på hösten på vårsädens avkastning och kvalitet vid Norrbäck 1990 - 91

För- söks- led	Kärna vid 15% vh		Total-N andel av ts %	Rymd- vikt g/l	Tkv vid 15% vh g	Strå- styrka (0-100)	Halm- vikt kg/ha
	kg/ha	rel					
A = obeh.	3110	100	1,76	625	39,1	96	996
B = ensilage	2883	93	1,61	632	38,7	96	840
C = hö	2727	88	1,66	618	38,5	97	681
D = halm	2653	85	1,68	625	39,0	97	634
N0 (0)	1123	100	1,73	620	38,2	100	230
N1 (40)	2572	229	1,59	626	39,0	99	743
N2 (80)	3779	336	1,61	627	39,4	95	1155
N3 (120)	3898	347	1,77	627	38,6	92	1097
A N0	1435	100	1,77	620	37,9	100	258
B N0	1372	96	1,64	638	38,8	100	283
C N0	811	57	1,77	606	38,8	100	158
D N0	875	61	1,73	616	37,3	100	195
A N1	2948	100	1,69	626	39,0	95	1005
B N1	2649	90	1,56	634	38,9	100	770
C N1	2437	83	1,50	616	38,3	100	531
D N1	2255	76	1,62	628	39,8	100	568
A N2	4114	100	1,75	626	40,6	95	1500
B N2	3760	91	1,51	634	39,0	94	1168
C N2	3690	90	1,58	624	38,9	95	989
D N2	3553	86	1,61	624	39,3	96	844
A N3	3943	100	1,81	626	38,8	93	1221
B N3	3751	95	1,71	622	38,1	91	1138
C N3	3970	101	1,80	626	38,0	91	1045
D N3	3928	100	1,76	632	39,6	93	930

LSD<sub>0,05</sub> = 274 kg/ha

Ålbo 1989

Nederbörden i maj var omkring normal medan det var relativt torrt i juni och juli. Medeltemperaturen var över normal i maj och juni och normal i juli.

Försöket såddes med havre den 7 maj och marktäckningen genomfördes 8 - 9 maj. Liksom på de andra försöksplatserna marktäcktes även höstleden våren 1989. Alla växtmaterialen spreds med JTI:s stallgödselspridare.

Strax före sådden bestämdes mängden mineralkväve i marken ned till 60 cm djup till 31 - 42 kg/ha. Uppkomst noterades den 22 maj och försöket skördades 31 augusti.

Täckning med ensilage efter sådden höjde avkastningen med 13 - 29 % i de olika kväveleden. Skillnaderna var statistiskt säkra för de två högsta kvävenivåerna. Hö- och halmtäckning gav inga säkra positiva eller negativa effekter på skörden. I medeltal sänktes skörden något med undantag för ledet som kvävegödslats med 80 kg/ha (figur 12a).

Kvävehalterna i kärnan var genomgående lägre i de marktäckta leden medan rymdvikten var högre (tabell 31).

Mängden mineralkväve i marken efter skörden var lägre i de marktäckta leden.

Efter avslutad skörd spreds i september ensilage, hö respektive halm i höstleden. Omedelbart efter spridningen stubbearbetades hela försöket.

Ålbo 1990

Nederbörden var lägre och temperaturen högre än normalt i maj och juni.

Försöket såddes med havre den 6 maj och marktäckningen skedde påföljande dag. Ensilaget hade detta år jämförelsevis hög vattenhalt vilket försvårade spridningen. Sedan viss uttorkning skett gjordes justering för hand för att utjämna spridningsojämnheten. Hö och halm var lättare att sprida jämnt. Försöket skördades den 19 september.

Mängden mineralkväve i marken före sådden var avsevärt lägre i de led som hade marktäckts föregående vår och något lägre i de led där organiskt material nedbrukats hösten 1989.

I medeltal gav marktäckning med hö och halm efter sådden mer än fördubblad avkastning. Effekterna ökade med stigande kvävegivor. Ensilagetäckning på våren gav i medeltal cirka 75 % merskörd. Effekterna avtog med stigande kvävegivor (figur 12b).

Kvävehalten i kärnan sänktes i allmänhet i de täckta leden medan rymdvikten och tusenkornvikten ökade (tabell 32).

Även tillförsel och grund nedbrukning av organiskt material hösten 1989 hade stora effekter på avkastningen. I genomsnitt över alla kvävenivåerna ökade avkastningen med 50 - 71 %. Halmen gav negativ effekt i ledet utan kväve-

gödsling men mycket stora positiva effekter på avkastningen vid de två högsta kvävegivorna där skörden ökade med 1 500 - 2 100 kg/ha (figur 13a).

Kvävehalten i kärnan var högst i de led som tillförts ensilage. Rymdvikten och tusenkornvikten ökade genomgående i de behandlade leden (tabell 33).

Mineralkvävemängderna i marken efter skörden var lägre i alla behandlade led.

Höstspridningen av ensilage, hö och halm genomfördes den 12 september. Efter spridningen stubbearbetades hela försöket.

### Ålbo 1991

Väderleken kännetecknades av mycket låg temperatur i maj och juni. Nederbörden var normal i maj och mycket riklig i juni.

Försöket såddes med havre den 9 maj och marktäckningen utfördes två dagar senare. Marktäckningen efter sådden utfördes med JTI:s stallgödselspridare. Ensilaget från gräsvall vara svårt att sönderdela och en del "kokor" störde grödans uppkomst. Hö från timotej-klövervall var väl sönderdelat och fick en jämn spridning. Halmen utgjordes av visset fjolårsgräs.

Uppkomsten var den 21 maj och skörden den 6 september.

Mängden mineralkväve i marken på våren var något lägre i de led som behandlats på våren eller hösten föregående år.

Täckningen med ensilage efter sådden gav i medeltal 27 % högre avkastning. Täckningen med hö gav inga effekter medan halmtäckningen i medeltal gav 27 % lägre skörd (figur 12d och tabell 34). I de halmtäckta leden visade grödan symtom på kvävebrist.

Effekterna av organiskt material som spreds och nedbrukades yttligt hösten 1990 var nästan genomgående negativa. Ensilage hade liten effekt medan hö i medeltal sänkte skörden med 1 000 kg/ha. I leden med halm blev skörden mer än 2 000 kg/ha lägre än i obehandlade led (figur 13b och tabell 35). I de led som inte kvävegödslats eller fått en låg kvävegiva tynade grödan helt bort trots att den i början av växtperioden hade utvecklats normalt. Orsaken bedömdes vara kvävebrist som sannolikt orsakats av denitrifikation till följd av den rikliga nederbörden i juni.

Mängden mineralkväve på hösten var i samtliga behandlade och obehandlade led mycket låg (10 - 15 kg/ha).

### Ålbo 1989-91

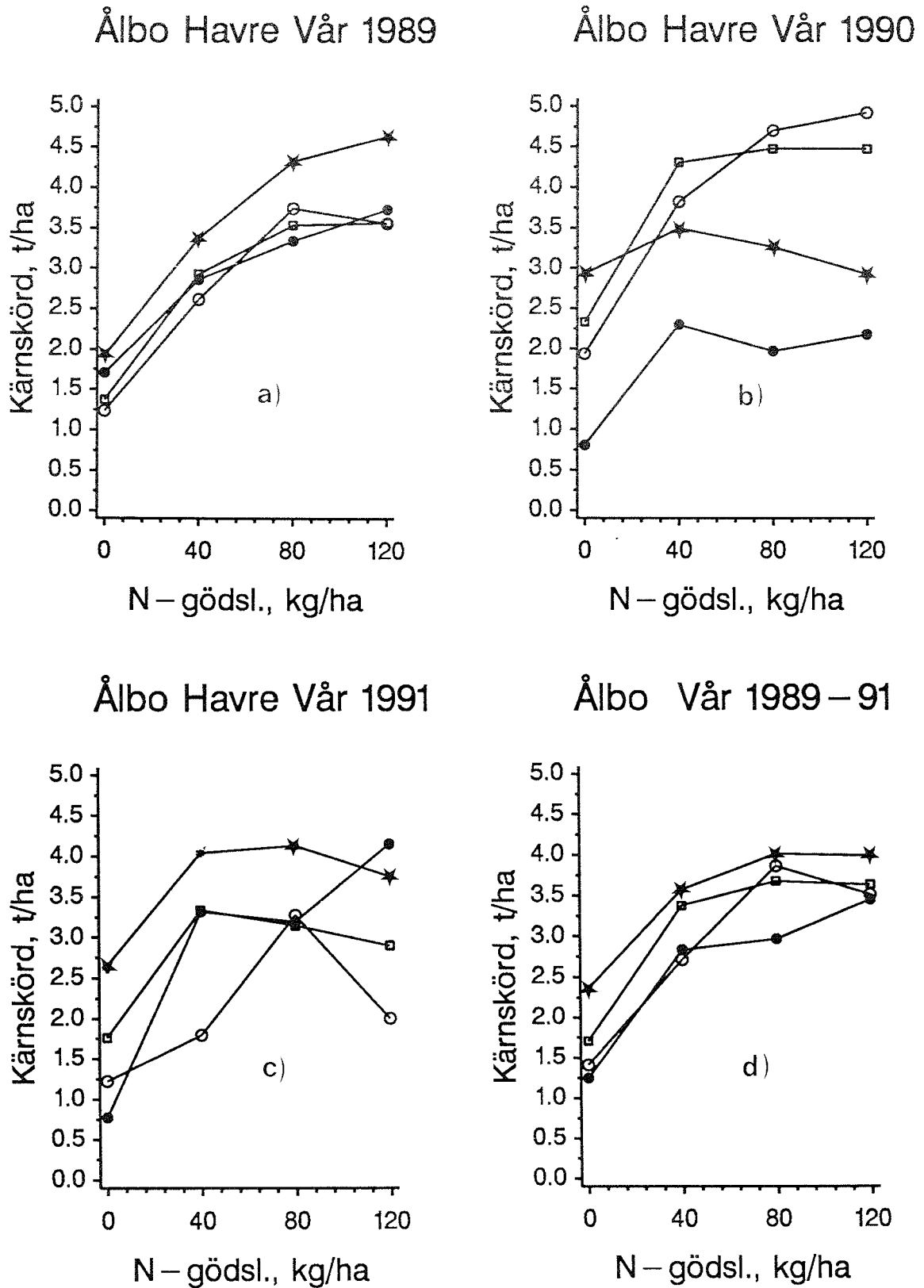
Marktäckningen på våren efter sådden har i genomsnitt för de tre försöksåren höjt avkastningen med omkring 20 %. Vid normal kvävegiva (80 kg/ha) höjdes avkastningen i täckta led med omkring 30 % (figur 12d och tabell 36). Variationerna mellan de enskilda åren har varit stora. Ensilage har dock gett stora skördeökningar alla åren.

1990 gav marktäckningen mycket stora effekter. Det obehandlade leden led av torka. Marktäckningen förhindrade vattenförluster genom avdunstning från markytan och betydligt större vattenmängder fanns tillgängliga för transpiration senare under växtperioden.

Den våta och kalla försommaren 1991 gav halmtäckningen upphov till kvävebrist i marken. Överskott på vatten i marken till följd av hög nederbörd i kombination med låg avdunstning och en jord med låg genomsläpplighet ledde uppenbarligen till syrebrist och därav förorsakad denitrifikation.

Mängden mineralkväve i markskiktet 0 - 60 cm har nästan genomgående varit lägre i de marktäckta leden såväl på våren som på hösten.

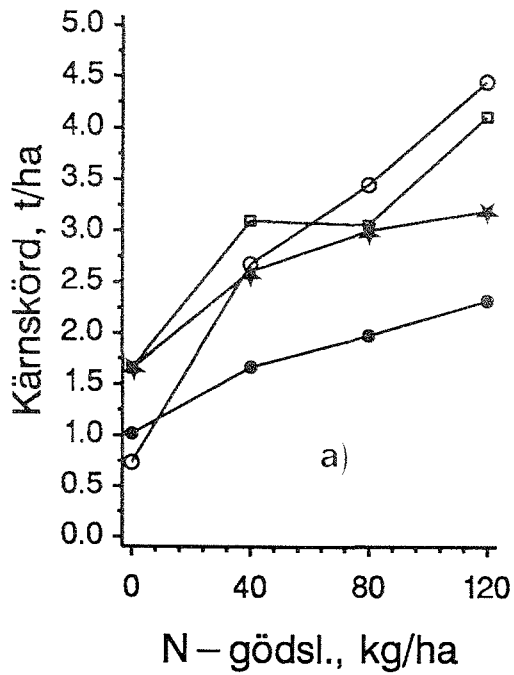
Tillförsel av ensilage, hö eller halm på hösten 1989 gav stora skördeökningar 1990 men hö och i synnerhet halm som tillfördes hösten 1990 gav stora nedsättningar av skörden 1991. I medeltal för de två åren gav ensilage 15 % och hö 4 % i merskörd medan halm sänkte skörden med 22 % (figur 13c och tabell 37).



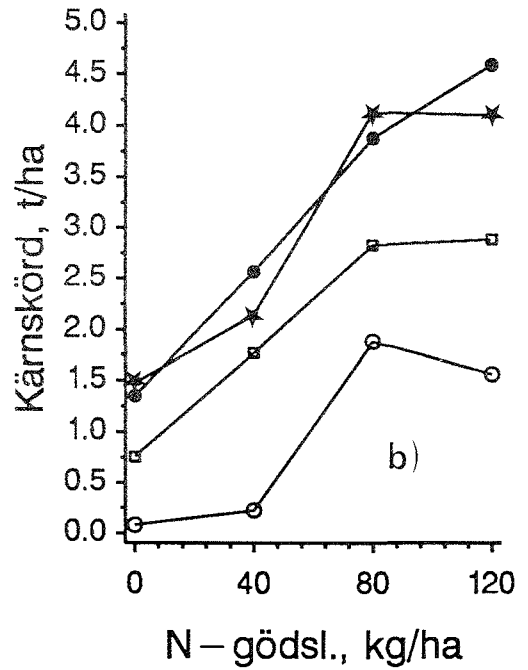
Figur 12. Marktäckningens inverkan på kärnskördens vid stigande kvävegiva. Resultat av marktäckning på våren, efter sådden vid Ålbo 1989 (a), 1990 (b), 1991 (c) och medeltal 1989 - 91 (d).

- = obehandlat
- = halm
- ★ = ensilage
- = hö

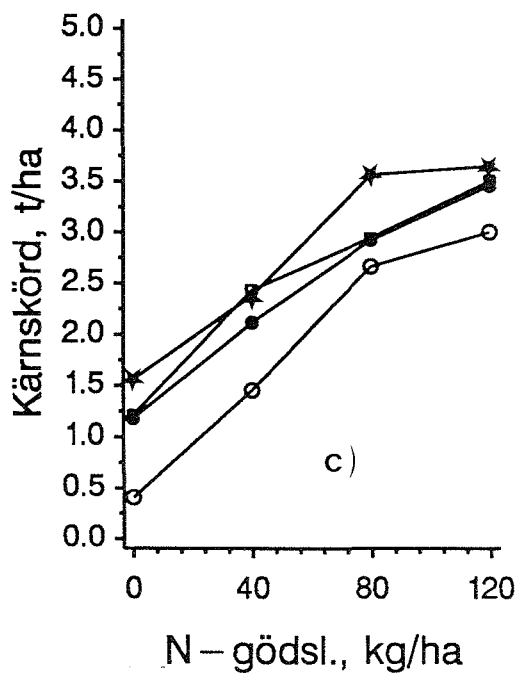
## Ålbo Höst Havre 1990



## Ålbo Höst Havre 1991



## Ålbo Höst 1990 - 91



Figur 13. Effekter på kärnskörd av tillförsel och grund nedbrukning av organiskt material på hösten. Resultat från Ålbo 1990 (a), 1991 (b), och medeltal 1990 - 91 (c).

• = obehandlat

★ = ensilage

□ = hö

○ = halm

Tabell 31. Effekter av marktäckning på havrens avkastning och kvalitet vid Ålbo 1989

För- söks- led	Kärna vid 15% vh		Total-N andel av ts %	Rymd- vikt g/l	Tkv vid 15% vh g	Strå- styrka (0- -100)	Halm- vikt kg/ha	Kärn- halt %
	kg/ha	rel						
A = obeh.	2911	100	2,31	555	33,0	100	1749	73,9
B = ensilage	3566	123	1,85	574	32,3	100	2220	73,5
C = hö	2852	98	1,68	574	33,8	99	1811	74,5
D = halm	2789	96	1,63	572	33,6	99	1434	73,5
N0 (0)	1563	100	1,81	571	32,9	100	1046	73,1
N1 (40)	2944	188	1,75	569	33,4	100	1921	73,4
N2 (80)	3737	239	1,91	574	33,4	99	2043	74,4
N3 (120)	3874	248	2,00	561	32,9	99	2205	74,5
A N0	1709	100	2,05	560	33,5	100	1273	72,4
B N0	1925	113	1,62	580	32,7	100	1193	73,0
C N0	1375	80	1,88	572	33,0	100	1009	74,5
D N0	1241	73	1,67	572	32,4	100	710	72,5
A N1	2860	100	2,16	556	33,2	100	2278	73,8
B N1	3378	118	1,70	572	31,7	100	2225	72,8
C N1	2928	102	1,65	572	33,8	100	1775	73,7
D N1	2610	91	1,49	576	35,0	100	1406	73,5
A N2	3343	100	2,44	560	33,3	100	1583	74,9
B N2	4328	129	1,99	576	31,7	100	2758	73,7
C N2	3536	106	1,56	580	35,0	100	1940	74,9
D N2	3740	112	1,65	580	33,7	98	1890	74,1
A N3	3731	100	2,58	544	31,8	100	1863	74,6
B N3	4632	124	2,10	568	33,0	100	2705	74,3
C N3	3570	96	1,62	572	33,3	98	2522	74,9
D N3	3564	96	1,69	560	33,3	100	1729	73,9

LSD<sub>0,05</sub> = 568 kg/ha



Tabell 32. Effekter av marktäckning på havrens avkastning och kvalitet vid Ålbo 1990

För- söks- led	Kärna vid 15% vh		Total-N andel av ts %	Rymd- vikt g/l	Tkv vid 15% vh g	Strå- styrka (0- -100)	Halm- vikt kg/ha	Kärn- halt %
	kg/ha	rel						
A = obeh.	1814	100	1,97	518	31,2	100	417	74,1
B = ensilage	3160	174	1,91	535	34,5	99	563	75,6
C = hö	3902	215	1,67	552	37,4	85	728	75,0
D = halm	3847	212	1,51	560	37,2	94	820	74,9
N0 (0)	2002	100	1,67	549	36,4	100	316	74,6
N1 (40)	3484	174	1,76	545	36,0	98	722	76,1
N2 (80)	3607	180	1,81	537	34,0	93	692	74,7
N3 (120)	3630	181	1,81	534	33,9	88	798	74,1
A N0	806	100	1,67	544	33,0	100	181	74,5
B N0	2933	364	1,97	548	35,6	100	438	74,5
C N0	2332	289	1,53	540	38,7	100	329	75,3
D N0	1937	240	1,53	564	38,1	100	317	74,2
A N1	2302	100	1,92	516	31,3	100	511	74,1
B N1	3498	152	2,11	536	35,4	100	754	79,4
C N1	4311	187	1,57	564	38,2	90	829	75,5
D N1	3824	166	1,44	564	39,0	100	795	75,4
A N2	1970	100	2,06	500	29,2	100	304	73,7
B N2	3272	166	2,02	528	34,0	98	548	74,4
C N2	4482	228	1,77	560	35,6	80	741	75,3
D N2	4706	239	1,38	560	37,1	95	1175	75,4
A N3	2179	100	2,21	512	31,2	100	672	74,0
B N3	2936	135	1,55	528	32,9	98	514	74,0
C N3	4483	206	1,82	544	36,9	70	1012	73,9
D N3	4923	226	1,68	552	34,6	83	995	74,5

LSD<sub>0.05</sub> = 827 kg/ha

Tabell 33. Effekter av tillförsel och grund nedbrukning av organiskt material på hösten på havrens avkastning och kvalitet vid Ålbo 1990

För- söks- led	Kärna vid 15% vh		Total-N andel av ts %	Rymd- vikt g/l	Tkv vid 15% vh g	Strå- styrka (0- -100)	Halm- vikt kg/ha	Kärn- halt %
	kg/ha	rel						
A = obeh.	1748	100	1,72	498	30,0	100	350	65,4
B = ensilage	2619	150	1,88	541	33,9	99	444	71,1
C = hö	2988	171	1,55	553	34,1	97	636	75,4
D = halm	2834	162	1,59	557	35,1	100	616	75,0
N0 (0)	1267	100	1,70	542	34,1	100	229	66,9
N1 (40)	2520	199	1,55	549	33,9	100	496	72,4
N2 (80)	2877	227	1,75	532	32,6	100	575	74,1
N3 (120)	3527	278	1,74	526	32,6	96	746	73,5
A N0	1016	100	1,66	512	31,0	100	232	45,6
B N0	1650	163	1,81	544	35,3	100	284	73,4
C N0	1661	164	1,56	556	36,0	100	295	73,3
D N0	739	73	1,76	556	34,0	100	107	75,4
A N1	1674	100	1,68	520	30,7	100	378	73,8
B N1	2616	156	1,75	548	35,3	100	486	69,8
C N1	3104	185	1,36	576	33,7	100	604	72,5
D N1	2685	160	1,40	552	36,0	100	515	73,6
A N2	1979	100	1,80	492	30,8	100	377	71,6
B N2	3007	152	2,06	544	32,5	100	517	70,0
C N2	3064	155	1,60	532	32,8	100	671	79,7
D N2	3456	175	1,53	560	34,3	100	735	75,3
A N3	2325	100	1,73	468	27,6	100	414	70,7
B N3	3203	138	1,89	528	32,7	95	490	71,3
C N3	4122	177	1,67	548	34,0	88	973	76,1
D N3	4456	192	1,67	560	36,2	100	1106	75,8

 $LSD_{0,05} = 827 \text{ kg/ha}$

Tabell 34. Effekter av marktäckning på havrens avkastning och kvalitet vid Ålbo 1991

För- söks- led	Kärna vid 15% vh		Total-N andel av ts %	Rymd- vikt g/l	Tkv vid 15% vh g	Strå- styrka (0- -100)	Halm- vikt kg/ha	Kärn- halt %
	kg/ha	rel						
A = obeh.	2857	100	2,12	578	34,7	96	569	80,9
B = ensilage	3643	127	1,73	587	33,4	98	736	79,9
C = hö	2786	98	1,68	572	31,5	99	631	78,3
D = halm	2074	73	1,63	565	30,2	100	468	77,0
N0 (0)	1602	100	1,86	577	33,1	100	320	79,0
N1 (40)	3124	195	1,68	576	32,4	99	662	78,1
N2 (80)	3434	214	1,79	575	32,2	97	763	79,8
N3 (120)	3201	200	1,83	574	32,1	97	658	79,3
A N0	771	100	1,89	572	34,7	100	97	79,6
B N0	2644	343	1,80	592	34,3	100	553	80,1
C N0	1765	229	1,84	576	32,5	100	371	78,1
D N0	1226	159	1,92	568	30,7	100	260	78,2
A N1	3317	100	1,99	580	33,4	95	695	80,1
B N1	4043	122	1,64	588	33,0	100	875	79,8
C N1	3338	101	1,61	576	34,4	100	725	77,3
D N1	1797	54	1,50	560	28,9	100	352	75,2
A N2	3191	100	2,26	584	34,4	95	619	83,5
B N2	4130	129	1,71	580	33,0	93	758	78,7
C N2	3144	99	1,65	564	29,4	100	812	78,7
D N2	3271	103	1,53	572	32,0	100	865	78,1
A N3	4148	100	2,34	576	36,1	93	863	80,4
B N3	3753	90	1,77	588	33,3	98	758	81,1
C N3	2898	70	1,62	572	29,9	98	615	79,0
D N3	2002	48	1,59	560	29,3	100	395	76,6

LSD<sub>0,05</sub> = 984 kg/ha

Tabell 35. Effekter av tillförsel och grund nedbrukning av organiskt material på hösten på havrens avkastning och kvalitet vid Ålbo 1991

För- söks- led	Kärna vid 15% vh		Total-N andel av ts %	Rymd- vikt g/l	Tkv vid 15% vh g	Strå- styrka (0- -100)	Halm- vikt kg/ha	Kärn- halt %
	kg/ha	rel						
A = obeh.	3097	100	1,94	577	34,6	99	689	80,3
B = ensilage	2966	96	1,70	574	34,4	98	658	79,5
C = hö	2064	67	1,79	565	32,9	98	685	78,0
D = halm	938	30	1,66	561	32,4	99	333	77,1
N0 (0)	918	100	1,83	562	31,9	100	245	77,3
N1 (40)	1677	183	1,73	569	32,9	100	298	79,0
N2 (80)	3182	347	1,67	576	34,6	99	818	79,0
N3 (120)	3289	358	1,86	570	34,8	96	760	79,8
A N0	1350	100	1,79	568	33,3	100		77,1
B N0	1480	110	1,69	572	34,1	100	245	78,4
C N0	761	56	1,89	552	31,0	100		75,4
D N0	81	6	1,94	556	29,3	100		78,3
A N1	2566	100	1,83	576	34,4	100	421	80,8
B N1	2144	84	1,63	572	32,8	100	441	79,4
C N1	1772	69	1,64	572	32,6	100	310	78,5
D N1	227	9	1,83	556	32,0	100	20	77,1
A N2	3879	100	1,94	584	35,9	100	771	80,8
B N2	4131	106	1,63	576	34,7	98	992	79,3
C N2	2835	73	1,73	572	33,5	98	860	79,2
D N2	1884	49	1,40	572	34,4	100	650	76,5
A N3	4593	100	2,21	580	34,8	98	875	82,5
B N3	4110	89	1,85	576	36,1	95	952	81,0
C N3	2890	63	1,89	564	34,4	95	884	78,9
D N3	1563	34	1,48	560	33,7	98	330	76,6

 $LSD_{0,05} = 984 \text{ kg/ha}$

Tabell 36. Genomsnittliga effekter av marktäckning på havrens avkastning och kvalitet vid Ålbo 1989 - 91

För- söks- led	Kärna vid 15% vh		Total-N andel av ts %	Rymd- vikt g/l	Tkv vid 15% vh g	Strå- styrka (0- -100)	Halm- vikt kg/ha	Kärn- halt %
	kg/ha	rel						
A = obeh.	2623	100	2,18	552	32,9	99	1121	74,0
B = ensilage	3484	133	1,84	568	33,1	99	1435	74,2
C = hö	3098	118	1,68	568	34,1	96	1245	74,7
D = halm	2875	110	1,60	567	33,7	98	1039	74,0
N0 (0)	1682	100	1,79	567	33,8	100	682	73,6
N1 (40)	3124	186	1,74	565	33,8	99	1307	74,3
N2 (80)	3629	216	1,85	565	33,3	97	1385	74,5
N3 (120)	3645	217	1,91	558	32,9	96	1466	74,3
A N0	1249	100	1,91	559	33,7	100	706	73,1
B N0	2357	189	1,75	575	33,8	100	844	73,5
C N0	1712	137	1,78	565	34,3	100	679	74,8
D N0	1411	113	1,70	569	33,4	100	499	73,1
A N1	2835	100	2,06	552	32,8	99	1441	73,9
B N1	3574	126	1,79	567	33,0	100	1520	75,0
C N1	3376	119	1,62	571	35,1	98	1276	74,3
D N1	2711	96	1,48	569	34,5	100	990	74,1
A N2	2962	100	2,30	551	32,6	99	1022	74,5
B N2	4015	136	1,93	565	32,6	98	1705	73,9
C N2	3674	124	1,63	571	33,7	95	1358	75,0
D N2	3864	130	1,55	573	34,1	98	1455	74,5
A N3	3447	100	2,43	544	32,7	98	1315	74,4
B N3	3989	116	1,88	563	33,0	99	1670	74,2
C N3	3630	105	1,67	565	33,4	91	1668	74,6
D N3	3513	102	1,66	558	32,6	96	1212	74,1

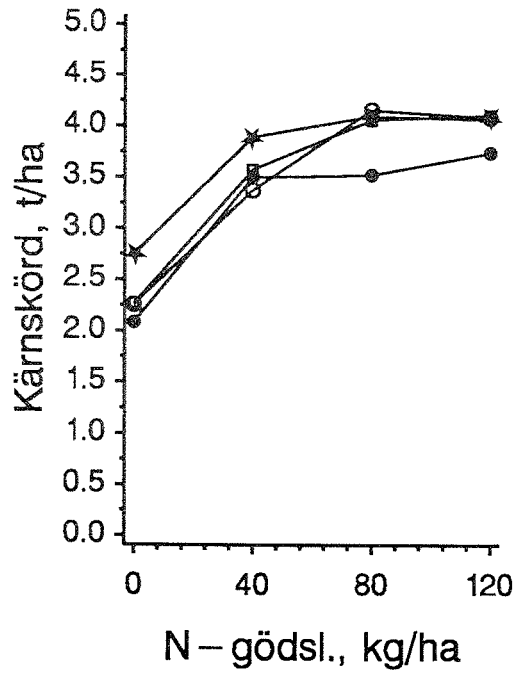
LSD<sub>0,05</sub> = 396 kg/ha

Tabell 37. Genomsnittliga effekter av tillförsel och grund nedbrukning av organiskt material på havrens avkastning och kvalitet vid Ålbo 1990 - 91

För- söks- led	Kärna vid 15% vh		Total-N andel av ts %	Rymd- vikt g/l	Tkv vid 15% vh g	Strå- styrka (0- -100)	Halm- vikt kg/ha	Kärn- halt %
	kg/ha	rel						
A = obeh.	2423	100	1,83	538	32,3	100	495	65,4
B = ensilage	2793	115	1,79	558	34,2	98	551	71,1
C = hö	2526	104	1,67	559	33,5	98	657	75,4
D = halm	1886	78	1,63	559	33,7	100	495	75,0
N0 (0)	1092	100	1,76	552	33,0	100	232	66,9
N1 (40)	2098	192	1,64	559	33,4	100	397	72,4
N2 (80)	3029	277	1,71	554	33,6	99	697	74,1
N3 (120)	3408	312	1,80	548	33,7	96	753	73,5
A N0	1183	100	1,72	540	32,2	100	232	45,6
B N0	1565	132	1,75	558	34,7	100	264	73,4
C N0	1211	102	1,72	554	33,5	100	295	73,3
D N0	410	35	1,85	556	31,7	100	107	75,4
A N1	2120	100	1,75	548	32,5	100	400	73,8
B N1	2380	112	1,69	560	34,1	100	464	69,8
C N1	2438	115	1,50	574	33,1	100	457	72,5
D N1	1456	69	1,61	554	34,0	100	267	73,6
A N2	2929	100	1,87	538	33,3	100	574	71,6
B N2	3569	122	1,84	560	33,6	99	755	70,0
C N2	2949	101	1,66	552	33,1	99	766	79,7
D N2	2670	91	1,46	566	34,4	100	692	75,3
A N3	3459	100	1,97	524	31,2	99	644	70,7
B N3	3657	106	1,87	552	34,4	95	721	71,3
C N3	3506	101	1,78	556	34,2	91	929	76,1
D N3	3010	87	1,58	560	35,0	99	718	75,8

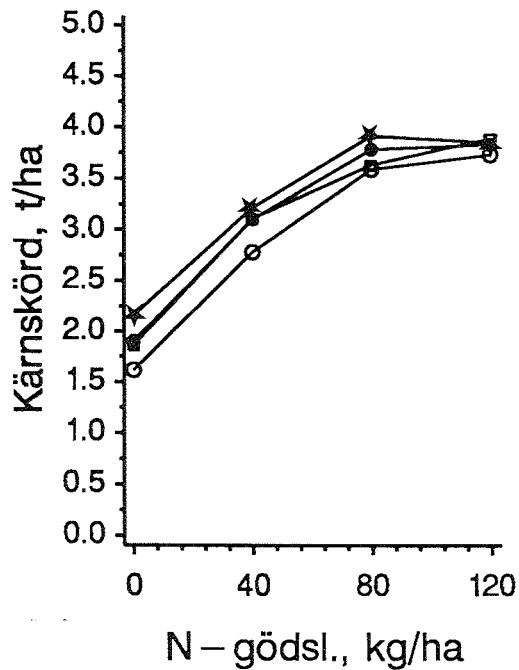
LSD<sub>0,05</sub> = 396 kg/ha

### Ålbo, Nibble, Norrbäck Vår 1989 – 91



Figur 14a. Marktäckningens inverkan på kärnskörden vid stigande kvävegiva. Resultat från nio försök 1989 - 91.

### Ålbo, Nibble, Norrbäck Höst 1990 – 91



Figur 14b. Effekter på kärnskörden av tillförsel och grund nedbrukning av organiskt material på hösten. Resultat från sex försök 1990 - 91.

- = obehandlat
- = halm
- ★ = ensilage
- = hö

Tabell 38. Genomsnittliga effekter av marktäckning på vårsädens avkastning och kvalitet i nio försök vid Nibble, Norrbäck och Ålbo 1989 - 91

För- söks- led	Kärna vid 15% vh		Total-N andel av ts %	Rymd- vikt g/l	Tkv vid 15% vh g	Strå- styrka (0- -100)	Halm- vikt kg/ha	Kärn- halt %
	kg/ha	rel						
A = obeh.	3213	100	2,06	616	37,8	87	1214	74,7
B = ensilage	3703	115	1,97	623	38,4	82	1499	74,6
C = hö	3504	109	1,91	628	39,5	84	1455	75,0
D = halm	3470	108	1,83	627	39,4	88	1345	74,5
N0 (0)	2341	100	1,77	626	38,5	93	906	74,0
N1 (40)	3584	153	1,84	625	39,2	86	1424	74,6
N2 (80)	3963	169	2,03	624	38,7	83	1597	75,2
N3 (120)	4003	171	2,13	619	38,7	79	1587	75,0
A N0	2088	100	1,66	616	37,9	97	854	73,4
B N0	2749	132	1,79	627	38,0	87	1042	74,3
C N0	2268	109	1,86	630	38,9	93	911	74,8
D N0	2257	108	1,76	633	39,5	97	815	73,4
A N1	3501	100	1,98	619	38,7	85	1363	74,6
B N1	3891	111	1,90	625	38,9	82	1591	74,8
C N1	3575	102	1,81	628	39,4	86	1443	74,4
D N1	3371	96	1,69	627	39,8	90	1301	74,6
A N2	3523	100	2,26	617	37,1	86	1250	75,8
B N2	4101	116	2,05	622	38,4	81	1725	74,7
C N2	4063	115	1,95	627	40,1	81	1717	75,4
D N2	4164	118	1,87	628	39,0	84	1695	74,9
A N3	3742	100	2,35	614	37,6	80	1388	75,3
B N3	4070	109	2,16	618	38,4	77	1637	74,7
C N3	4111	110	2,03	625	39,6	78	1751	75,2
D N3	4090	109	1,98	621	39,3	81	1570	75,0

LSD<sub>0,05</sub> = 266 kg/ha



Tabell 39. Effekter av tillförsel och grund nedbrukning av organiskt material på hösten på vårsådens avkastning och kvalitet. Medeltal av sex försök vid Nibble, Norrbäck och Ålbo 1990 - 91

För- söks- led	Kärna vid 15% vh		Total-N andel av ts %	Rymd- vikt g/l	Tkv vid 15% vh g	Strå- styrka (0- -100)	Halm- vikt kg/ha	Kärn- halt %
	kg/ha	rel						
A = obeh.	3157	100	1,86	592	34,9	79	1200	70,5
B = ensilage	3287	104	1,81	601	35,2	78	1130	73,4
C = hö	3125	99	1,78	596	35,0	77	1146	75,2
D = halm	2934	93	1,81	599	35,6	80	1011	75,4
N0 (0)	1887	100	1,74	604	36,0	97	683	70,8
N1 (40)	3052	162	1,72	601	35,2	77	1172	73,7
N2 (80)	3732	198	1,84	593	35,0	71	1336	75,2
N3 (120)	3831	203	1,96	590	34,6	69	1246	74,8
A N0	1903	100	1,71	602	35,7	96	753	60,5
B N0	2159	113	1,69	612	36,6	95	656	73,9
C N0	1864	98	1,72	599	36,1	98	658	73,5
D N0	1624	85	1,83	603	35,5	99	667	75,4
A N1	3101	100	1,80	597	34,6	76	1279	74,3
B N1	3214	104	1,73	604	35,0	78	1217	72,8
C N1	3108	100	1,62	602	34,8	79	1158	73,1
D N1	2784	90	1,72	601	36,3	77	1021	74,4
A N2	3784	100	1,94	587	35,8	72	1431	73,5
B N2	3918	104	1,87	597	34,8	71	1325	73,3
C N2	3636	96	1,79	591	34,2	70	1351	77,9
D N2	3591	95	1,77	597	35,4	71	1230	76,0
A N3	3838	100	2,01	583	33,5	74	1261	73,7
B N3	3858	101	1,96	590	34,5	69	1321	73,4
C N3	3893	101	1,98	591	34,9	63	1329	76,2
D N3	3735	97	1,89	595	35,3	72	1063	76,0

LSD<sub>0,05</sub> = 266 kg/ha

## Sammanfattning av resultaten från Nibble, Norrbäck och Ålbo 1989-91

Marktäckning på våren efter sådden med ensilage, hö och halm höjde i genomsnitt för tre försöksår på tre platser avkastningen med 15, 9 respektive 8 %. Ensilage gav störst effekt (+ 32 %) i leden utan kvävegödsling medan den största merskorde för hö (+ 15 %) och halm (+ 18 %) erhöles vid kvävegivan 80 kg/ha (figur 14a och tabell 38).

Kvävehalten i kärnan blev lägre i marktäckta led. Sänkningen var störst för halmtäckning. Rymdvikt och tusenkornvikt blev högre i marktäckta led (tabell 38).

Tillförsel och nedbrukning av organiskt material på hösten gav i genomsnitt en liten skördeökning (+ 4 %) för ensilage, en liten skördesänkning för hö (- 1 %) och en större skördesänkning för halm (- 7 %). Tillförseln av organiskt material på hösten innebar bland annat att upptorkningen på våren försenades. Av praktiska skäl var det inte möjligt att differentiera såtiderna i försöken. Vid sådden som skedde när de flesta leden hade lämplig markfuktighet var de hösttäckta leden i några fall inte tillräckligt upptorkade. Detta innebar packningsskador i dessa led.

Höstbehandlingarna sänkte kvävehalten i kärnan något medan rymdvikt och tusenkornvikt blev högre (figur 14b och tabell 39).

### Mineralkväve i marken

På våren före gödsling och sådd samt på hösten efter skörden bestämdes mängden mineralkväve i marken ned till 60 cm djup. Bestämningarna gjordes i de led som kvävegödslades med 80 kg/ha.

#### Nibble

Mätningarna av mineralkvävemängden i marken redovisas i figur 15. I marken fanns det drygt 50 kg mineralkväve per hektar ned till 60 cm djup vid försökets start våren 1989. Efter skörden samma år fanns det mindre restkväve kvar i de marktäckta leden än i det obehandlade ledet.

Våren 1990 var skillnaderna små mellan de olika behandlingarna. Hösten 1990 uppmättes höga restkvävemängder i alla led. De största mängderna fanns i det obehandlade ledet och de lägsta mängderna i det halmtäckta ledet.

Våren 1991 uppmättes de högsta värdena i de led som täckts med hö och halm föregående vår. Hösten 1991 hade skillnaderna mellan behandlingarna jämnats ut så att det återstod 30 - 40 kg/ha i samtliga led.

Tillförsel och nedbrukning av organiskt material hösten 1989 gav något förhöjda mineralkvävemängder för ensilage och hö våren 1990. Hösten 1990 återfanns de största mängderna i ledet utan marktäckning och stora mängder även i det ensilagebehandlade ledet. Våren 1991 fanns det något mer mineralkväve i leden som tillförts hö och halm än i leden med ensilage och utan tillförsel av organiskt material. Vid försökets avslutning hösten 1991

fanns det mest mineralkväve i de led som tillförts ensilage eller hö och minst i det obehandlade ledet.

### Norrbäck

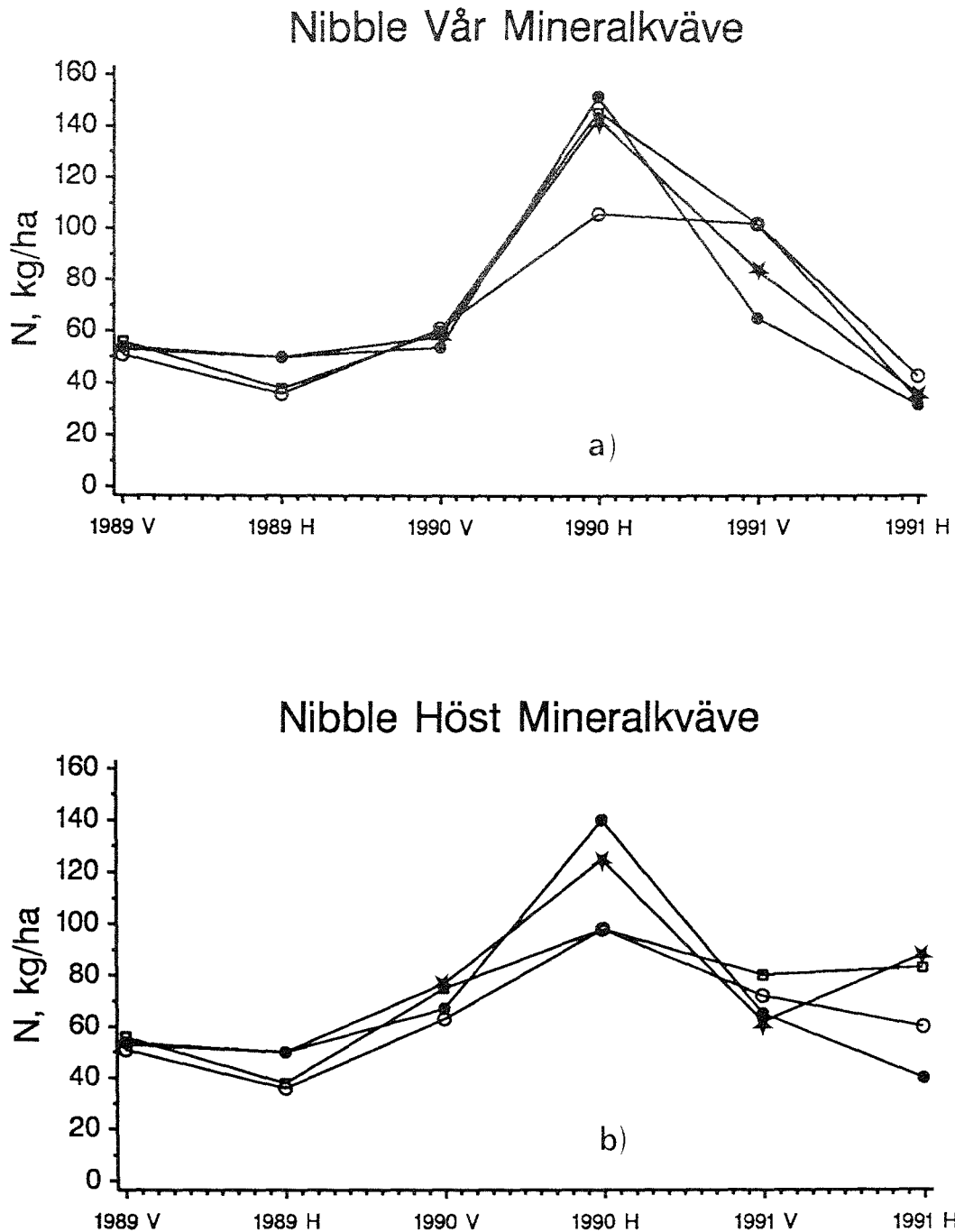
Resultaten av mineralkvävebestämningarna vid Norrbäck redovisas i figur 16. Mineralkvävemängderna i marken var genomgående betydligt lägre än vid Nibble. Vid starten våren 1989 fanns det 25 - 30 kg/ha. Värdet varierade inte heller lika mycket mellan åren eller mellan vår och höst. Vid flertalet av bestämningarna var mineralkvävemängden i marken högst i ledet utan marktäckning på våren. Det var endast vid den sista bestämningen hösten 1991 som de ensilage- och hötäckta leden hade större restkvävmängder. De halmtäckta leden innehöll i regel minst mineralkväve.

Tillförseln av organiskt material på hösten påverkade mineralkvävemängden i marken mycket lite. De uppmätta värdena i de behandlade leden låg i allmänhet något lägre än i det obehandlade.

### Ålbo

Resultaten av mineralkvävebestämningarna redovisas i figur 17. Vid starten fanns det 30 - 40 kg mineralkväve per hektar i de översta 60 cm av marken. De led som marktäcktes på våren innehöll vid flertalet bestämningar däremot mindre mineralkväve än det obehandlade ledet. De minsta mängderna fanns i det halmtäckta ledet där endast 10 - 15 kg/ha uppmättes. Även i det hötäckta ledet uppmättes mycket låga värden såväl på vårarna som höstarna.

Även i de led som tillfördes organiskt material på höstarna uppvisade låga värden. De lägsta värdena uppmättes i ledet där halm tillfördes.



Figur 15. Mineralkväve i marken i skiktet 0 - 60 cm vid Nibble vid provtagningar på våren före gödsling och på hösten efter skörd i led med kvävegivan 80 kg/ha.

a) Mineralkväve i led med och utan marktäckning på våren efter sådden.

b) Mineralkväve i led med och utan tillförsel av organiskt material på hösten (1990 och 1991).

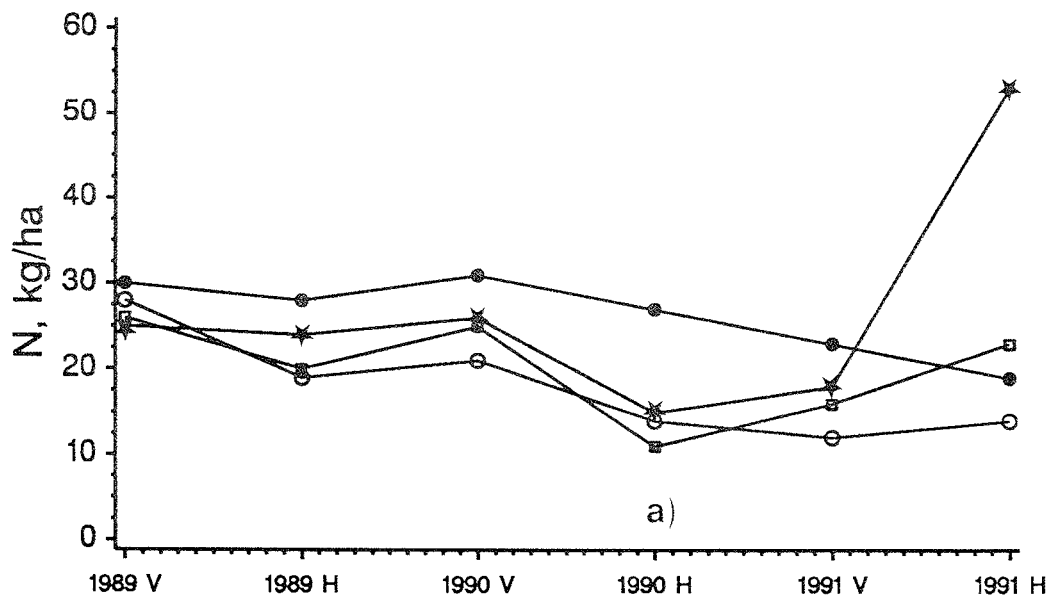
• = obehandlat

□ = hö

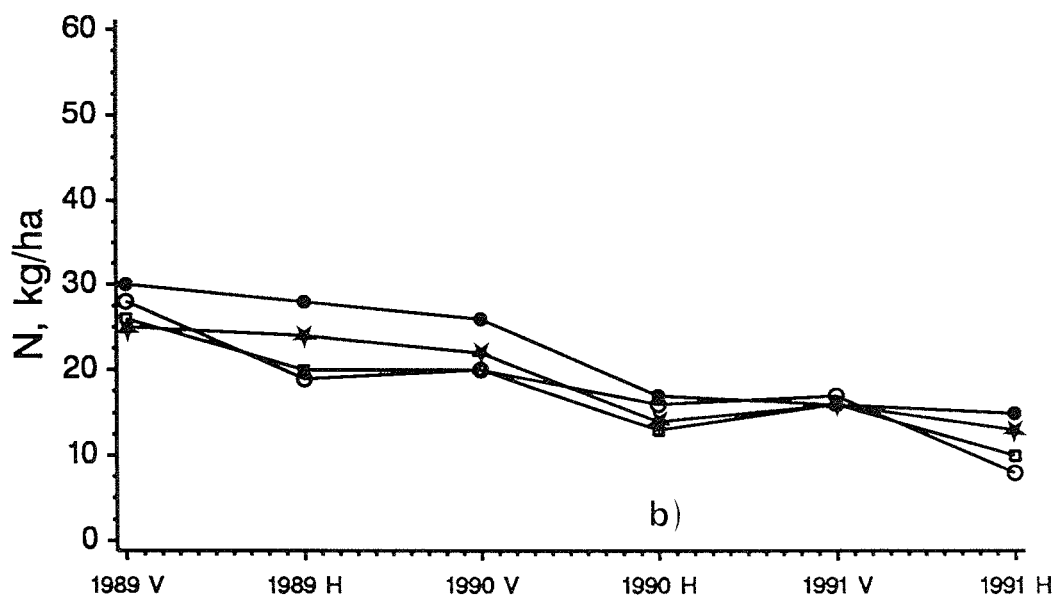
★ = ensilage

○ = halm

## Norrköping Vår Mineralkväve



## Norrköping Höst Mineralkväve



Figur 16. Mineralkväve i marken i skiktet 0 - 60 cm vid Norrköping vid provtagningar på våren före gödsling och på hösten efter skörd i led med kvävegivan 80 kg/ha.

a) Mineralkväve i led med och utan marktäckning på våren efter sådden.

b) Mineralkväve i led med och utan tillförsel av organiskt material på hösten (1990 och 1991).

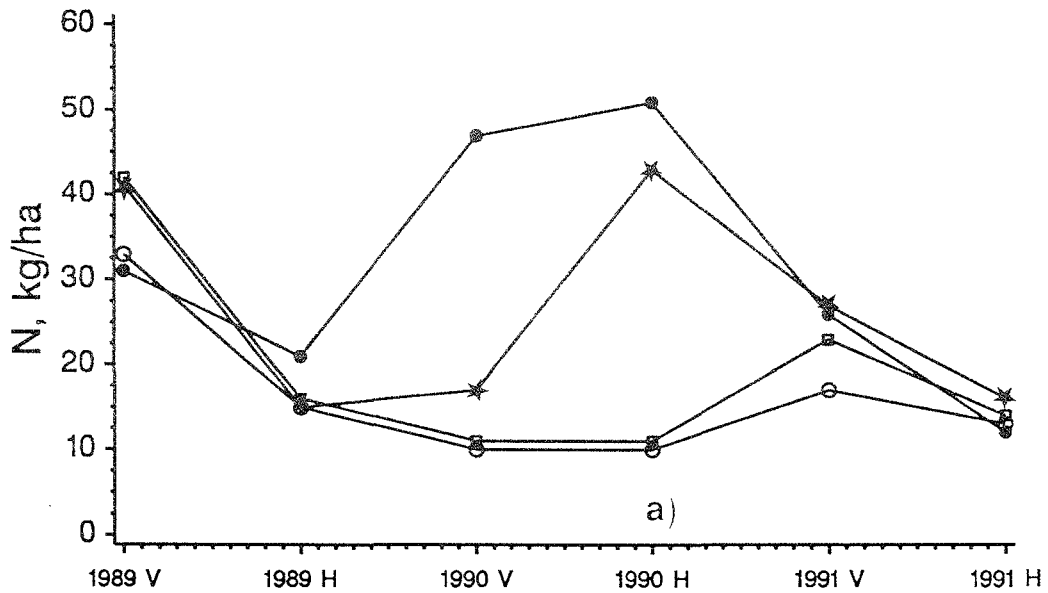
• = obehandlat

□ = hö

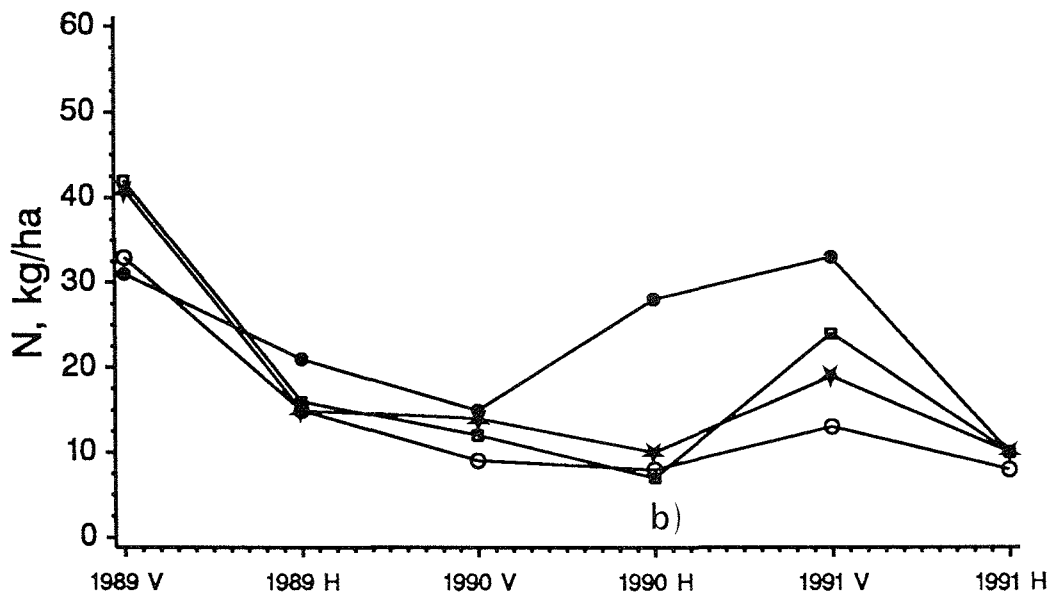
★ = ensilage

○ = halm

## Ålbo Vår Mineralkväve



## Ålbo Höst Mineralkväve



Figur 17. Mineralkväve i marken i skiktet 0 - 60 cm vid Ålbo vid provtagningar på våren före gödsling och på hösten efter skörd i led med kvävegivan 80 kg/ha.

a) Mineralkväve i led med och utan marktäckning på våren efter sådden.

b) Mineralkväve i led med och utan tillförsel av organiskt material på hösten (1990 och 1991).

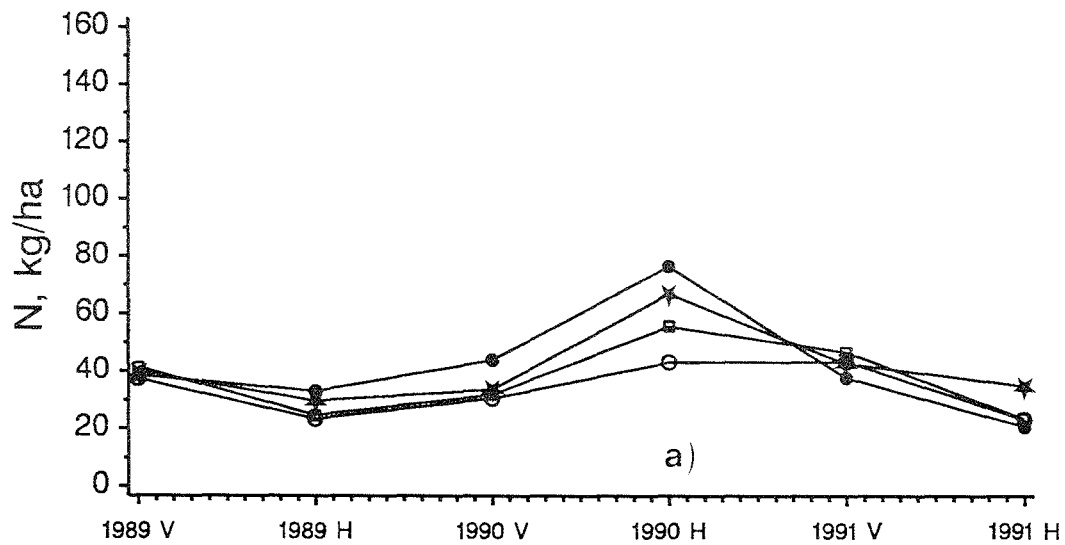
● = obehandlat

□ = hö

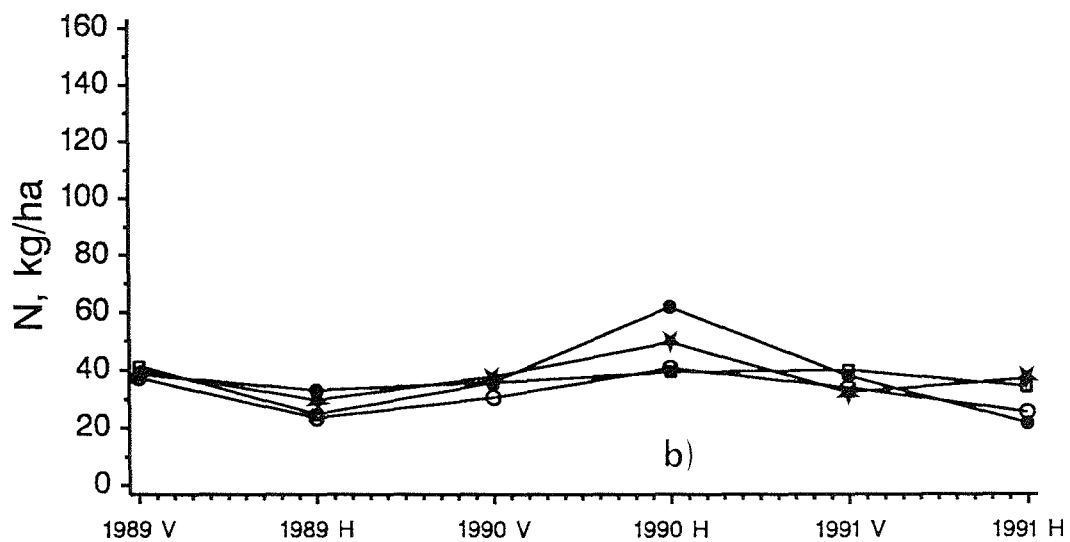
★ = ensilage

○ = halm

### Ålbo, Nibble, Norrbäck Vår Mineralkväve



### Ålbo, Nibble, Norrbäck Höst Mineralkväve



Figur 18. Mineralkväve i marken i skiktet 0 - 60 cm vid Nibble, Norrbäck och Ålbo vid provtagningar på våren före gödsling och på hösten efter skörd i led med kvävegivan 80 kg/ha.

- a) Mineralkväve i led med och utan marktäckning på våren efter sådden.  
 b) Mineralkväve i led med och utan tillförsel av organiskt material på hösten (1990 och 1991).

● = obehandlat                      □ = hö  
 ★ = ensilage                         ○ = halm

### Genomsnittlig effekt av marktäckningen på mineralkväveinnehållet i marken

Marktäckning efter sådden har i genomsnitt för de tre försöken och de sex bestämningarna ned till 60 cm djup vår och höst resulterat i något lägre mängder mineralkvävemängder i samtliga behandlade led (figur 18). Det gäller såväl bestämningarna på våren som på hösten. I genomsnitt har mineralkväveinnehållet i behandlade led varit 5 - 10 kg/ha lägre än i obehandlade led. Sänkningen blev något större för halmtäckningen än för hö- eller ensilage-täckningen. Vid höstbestämningarna har det halmtäckta ledet legat cirka 15 kg/ha lägre än det obehandlade ledet.

Tillförseln av ensilage, hö eller halm på hösten har också i genomsnitt resulterat i något lägre mineralkvävemängder i marken. Även här hade halmen störst effekt.

### **Marktäckningens inverkan på ogräsförekomsten**

Ogräsräkning genomfördes i åtta av de nio försöken 3 - 4 veckor efter normal tidpunkt för ogräsbekämpning.

Kemisk ogräsbekämpning utfördes i en del fall men utelämnades när behovet bedömdes vara litet. Marktäckningen innebar att ogräsen försenades i sin utveckling. När ogräsbekämpning bedömdes vara nödvändig i obehandlade led var det fortfarande för tidigt i de marktäckta leden. Marktäckningsmaterialet skyddade också ogräsen från att träffas av herbiciden. För full effekt av ogräsbekämpningen i alla led skulle differentierade tidpunkter för ogräsbekämpningen behövs. Av praktiska skäl kunde detta inte genomföras. Marktäckningens effekt på ogräsförekomsten i försöken är därför svårtolkad.

Marktäckningen efter sådden resulterade ibland i ökat ibland i minskat ogräsantal. Orsaken till att ogräsmängden minskat är sannolikt ökad konkurrens från grödan i de marktäckta leden. När ogräsantalet ökat är förklaringen att ogräsbekämpningen inte haft lika god effekt på grund av att marktäckningen hindrat herbiciden från att träffa ogräsen. I medeltal har marktäckningen som framgår av tabell 40 haft liten effekt på ogräsantalet. Inte heller kvävegivan har påverkat ogräsförekomsten nämnvärt.



Tabell 40. Marktäckningens och kvävegivans effekt på ogräsförekomsten.  
Antal ogräs per 0,25 kvadratmeter

Led	Ni	No	Ål	Ni	No	Ni	No	Ål	Medel- tal
	1989			1990		1991			
obehandlat	39	7	5	48	2	71	17	1	24
ensilage	36	11	3	40	10	66	20	10	25
hö	35	15	12	45	3	30	26	13	22
halm	44	21	13	33	6	32	23	9	23
N0	39	21	7	47	2	45	20	4	24
N1	35	16	7	34	5	41	25	10	22
N2	37	8	7	35	6	56	15	9	22
N3	30	9	12	50	8	58	25	10	25

### Utveckling av nya såbillar

Parallellt med fältundersökningarna över marktäckning har vid JTI bedrivits ett utvecklingsarbete som gällt såbillar anpassade till krav och önskemål som kommit fram under arbetets gång (Bild 3). Olika enkla modeller av såbillar har tagits fram och provkörts i laboratorium och i fält. Efter inledande prov tillverkades 12 st försöksbillar som monterades och kördes i en försöks-såmaskin. Viss sortering av såbädden har uppnåtts men ytterligare förbättringar anses möjliga att göra. Det kan ske genom detaljförändringar och kombinationer med andra bearbetningsverktyg.

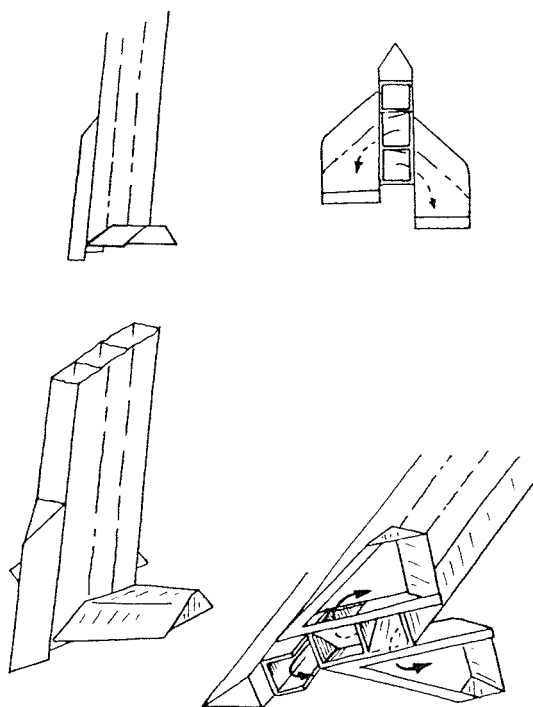


Bild 3. Schematisk skiss av den nya typen såbillar som utvecklats vid JTI.

Genom att detta arbete har kunnat drivas parallellt med en annan studie över såteknik finns vid institutet en komplett försöksutrustning för fältförsök. Studien över marktäckning är avslutad men idéer och basutrustning för fortsatt utvecklingsarbete med denna typ av såbillar finns vid institutet. Tankarna i anslutning till detta utvecklas i diskussionen nedan.

## DISKUSSION

Den presenterade undersökningen över marktäckning och grund inbrukning av växtmaterial har som utgångspunkt ett flertal tidigare studier över marktäckning. De flesta av dessa tidigare undersökningar har utförts i liten skala. I flertalet fall har marktäckningen resulterat i uppseendeväckande goda resultat i form av ökad avkastning och förbättrad markstruktur.

Den nya studien, förlagd till tre lokaler, gavs jämförelsevis stor omfattning för att maskinutrustning skulle kunna användas för spridning av marktäckningsmaterialet. Försöksplatserna valdes så att olika jordtyper kom att representeras i försöken.

Resultaten från de olika försöksplatserna visar i de flesta fallen positiva effekter av marktäckningen på våren efter sådden. I medeltal över alla kväveled ökade avkastningen med 15, 9 respektive 8 % för marktäckning med ensilage, hö respektive halm.

Marktäckningen gav mycket stora effekter i några försök (Nibble 1989, Nibble 1991, Norrbäck 1990, Ålbo 1990) med skördeökningar på 1 000 - 2 700 kg/ha. Vid Norrbäck 1989 uppmättes emellertid genomgående negativa effekter på avkastningen. Vid Norrbäck och Ålbo 1991 gav halmtäckning stora negativa effekter.

Orsaken till de positiva effekterna är det skydd mot avdunstning som marktäckningen ger i synnerhet före uppkomsten och i början av växtperioden. Vidare skyddar marktäckningen mot igenslamning och skorpbildning vid nederbörd efter sådden. Detta resulterar i jämnare uppkomst, bättre bestockning, bättre vattenförsörjning och större näringsupptagning.

Negativa effekter av marktäckning kan uppstå vid hög nederbörd som leder till vattenmättnad i marken. Upptorkningen går långsammare där markytan är täckt av växtmaterial. Risken för negativa effekter är störst på jordar med låg genomsläpplighet för vatten, liten andel grova porer och otillfredsställande dränering. Marktäckning kan på sådana jordar öka risken för bestående vattenmättnad och därav orsakade kväveförluster genom denitrifikation.

Spridning och nedbrukning av extra organiskt material på hösten gav i genomsnitt små positiva effekter för ensilage men negativa effekter för halm. Nedbrukning av hö hade i genomsnitt inga effekter på avkastningen.

Val av tidpunkt för såbäddsberedning och sådd på våren har i försöken medfört svårigheter då upptorkningen skett olika snabbt inom de olika försöksleden. Snabbast var upptorkningen i försöksleden utan tillförsel av organiskt material och längst tid tog den där material tillfördes och brukades in på hösten. Tidpunkten för sådd valdes i allmänhet efter upptorkningen i leden utan extra till-

försel av organiskt material. Detta medförde att leden med höstspridning på grund av sämre upptorkning var känsligare för jordpackning än de övriga försöksleden. Detta är sannolikt också en bidragande orsak till att höstspridningen i några försök givit stora negativa effekter på avkastningen. För att undvika detta och för att inte missgynna hösttäckta led borde differentierade såtidpunkter ingått i försöken.

I de sex försöken med tillförsel av organiskt material på hösten noterades stora avkastningsökningar i två försök (Nibble 1990, Ålbo 1990). Stora negativa effekter uppmättes vid Norrbäck 1991 och vid Ålbo 1991 där hö och halm som tillförts föregående höst orsakade stark kvävebrist hos grödan. Sannolikt förlorades stora mängder kväve på grund av denitrifikation som en följd av hög nederbörd och vattenmättnad i marken. Vidare binds kväve vid nedbrytningen av det organiska materialet.

De uppmätta mängderna mineralkväve i markprofilen var i allmänhet lägre i marktäckta led såväl på våren före sådd som på hösten efter skörden. Detta gällde i synnerhet de led som marktäcktes med halm. Orsaken är dels att halmen binder kväve vid nedbrytningen dels att grödan tagit upp större mängder kväve vid den större kärn- och halmskörd som marktäckningen resulterat i.

Marktäckning innebär att ogräsen försenas i sin tidiga utveckling. Genom att grödan utvecklas kraftigare ökar dess förmåga att konkurrera med ogräs. I några av försöken minskade ogräsförekomsten därför i marktäckta led. I andra försök ökade emellertid ogräsförekomsten. Orsaken var att marktäckningsmaterialet skyddade ogräsen från att träffas av herbiciden vid den kemiska ogräsbekämpningen. Ogräsen kunde då utvecklas kraftigare i marktäckta led. Tidpunkten för ogräsbekämpning borde därför anpassats till ogräsens utveckling i led med olika behandlingar.

## **Maskinteknik för marktäckning**

### Använda maskiner

I undersökningarna över marktäckning och grund inbrukning av växtrester har utöver skörderester som lämnats kvar efter tröskningen i försöken extra material (5 ton ts per ha.) tillförts antingen på hösten före stubbearbetningen eller på våren efter sådden.

De maskiner som använts för marktäckningen har varit avsedda för andra ändamål (halmning av jordgubbar resp. gödselspridning). De har genom sina små arbetsbredder inte varit speciellt lämpade för spridning i större skala. Med hänsyn till de jämförelsevis små arealerna, ca 0,5 ha på hösten och lika mycket på våren vid varje försökslokal, har de emellertid accepterats för försöksändamål. Bortsett från de små arbetsbreddarna har spridningsjämnheten varit bra sedan viss anpassning gjorts av maskinerna. Vissa svårigheter har det varit att sprida avsedda mängder av de olika materialen då deras strukturer och kvaliteter varierat starkt. Genom efterkontroll med provtagning har det varit möjligt att beräkna mängderna påfört material samt med marktäckningen tillförda mängder kväve.

Det material som tillförts på hösten har omgående genom stubbearbetning blandats in i såbäddsskiktet och därmed bidragit till en långsiktig markstrukturförbättring. Vål fördelat i såbädden har det dock inte nämnvärt medverkat till att minska avdunstningen från markytan efter sådden dvs det har inte fungerat som marktäckning under det följande året.

För sådd har använts en standardsåmaskin vilket inneburit att växtresterna i såbädden närmast varit ett hinder. Maskinen har inte i någon större omfattning bidragit till att sortera såbädden så att skörderesterna kommit upp till markytan.

De mest positiva effekterna har, som tidigare visats, uppnåtts vid spridning efter sådden på våren då marktäckningsmaterialet legat kvar på ytan och fungerat som ett avdunstningsskydd.

Även om tekniken för spridning accepterades för försöksändamål stod det mycket snart klart att helt andra vägar än att utföra marktäckningen efter avslutad sådd måste sökas för att i praktiken åstadkomma den önskade marktäckningen. De viktigaste argumenten för detta är följande:

I samband med vårbruket är arbetsbelastningen mycket stor varför ett nytt tidskrävande arbetsmoment med marktäckning inte kan accepteras. Vidare innebär körning över den färdiga såbädden med traktor och marktäckningsutrustning, även om den har stor arbetsbredd, en omfattande önskad packning av såbädden.

*Slutsatsen har därför blivit att marktäckningen måste göras till en i såbäddsberedningen och sådden integrerad del som inte kräver någon extra körning.*

#### Inledande studier av såbillar

Som en följd av erfarenheterna från den genomförda studien och som en separat del i denna har vid institutet experiment utförts med en ny typ av såbillar, vingbillar, som aktivt bidrar till en sortering av såbädden. Vingbillarna som är 150 mm breda sår två 50 mm breda band vardera med placering av växtnäring mellan vartannat band. Genom att varje bill har 150 mm arbetsbredd krävs mindre än halva antalet såbillar jämfört med en standardmaskin. Med halva antalet billar per meter får man en betydligt rymligare såmaskin än dagens standardutrustning.

Målet för dessa separata experiment har varit att ta fram en såbill som sorterar såbädden så att man med skörderester liksom med extra tillfört material formar en marktäckning. Utsädesplacering, 50 mm bred bandsådd, på ett konstant djup som bestäms i förhållande till markfuktigheten var också en viktig del vid målformuleringen.

Arbetet med de nya såbillarna är inte slutfört men en god bit på väg. Ytterligare förbättringar anses möjliga men för detta behövs resurser, främst för fältförsök med såbäddsstudier, men också för ytterligare experiment med smärre förändringar av såbillarnas detaljutformning.

De nya billarna har inte använts i den undersökning som redovisas här.

### Behov av såmaskiner för en ny odlingsteknik

Plöjningsfria odlingssystem som kan möta nu mycket aktuella krav på minskade kostnader för jordbearbetning medför ökade mängder växtrester i såbädden. En ökad mängd växtrester här försvårar sådd med standardsåmaskiner. Detta är ett första argument för en vidareutveckling av såtekniken. Ett andra argument är att för att utnyttja de fördelar som en sortering och skiktning av såbädden kan ge krävs en utveckling av tekniken för både jordbearbetning och sådd. Denna utveckling skall inriktas på att åstadkomma den eftersträfvade sorteringen av såbädden så att växtresterna utnyttjas som avdunstningsskydd.

En ny generation såmaskiner skall sålunda vara rymligare än sina föregångare för att släppa igenom stora mängder växtrester och de skall ha såbillar som mycket aktivt bidrar till att skilja ut växtresterna ur såbädden och placera dem på markytan.

### Förslag till ny odlingsteknik

En väg som diskuterats inom projektet för att åstadkomma en ny odlingsteknik som kan ge en resurssnål och uthållig produktion med en långsiktig förbättring av markstrukturen är att inom de mycket stora arealer (ca 1 miljon hektar) där det behövs en markstrukturförbättring göra på följande sätt:

Fälten delas in i 10 - 12 meter breda tegar där på varannan teg odlas den huvudgröda man vill ha och på resterande tegar vallväxter. På hösten, sedan huvudgrödan skördats, kör man med en vallskördemaskin över resterande tegar och blåser det skördade materialet direkt till tegarna för huvudgrödan. Därefter genomförs en stubbearbetning för att skörderesterna tillsammans med det nya materialet skall blandas in i det översta blivande såbäddsskiktet. På våren genomförs såbäddsberedning, en grund harvning, och sådd som beskrivits ovan. Tack vare sorteringen av såbädden får man den önskade marktäckningen. Minimal körning under hela året bidrar också till ett positivt resultat genom minskad jordpackning (Bild 4).

En annan möjlighet kan vara att spara vallen till våren och efter avslutad sådd och uppkomst med vallskördemaskinen utföra marktäckningen på de tegar där grödan börjat växa. (På detta sätt förlorar man dock, om marktäckningen försenas, en del av vårfukten direkt efter sådden!) Jordbearbetningen minimeras till stubbearbetning på hösten och harvning på våren.

Efter tre till fyra år låter man tegarna med vall och huvudgröda byta plats. På det sättet utnyttjar man även vallens för marken positiva strukturuppbyggande egenskaper. Detta ses också som ett meningsfullt sätt att utnyttja den mark som för närvarande ligger outnyttjad på grund av det rådande spannmålsöverskottet.

För att införa en ny odlingsteknik kommer att krävas utveckling av ny kunskap, både teoretisk och praktisk. Jordbrukarna måste tillägna sig en del nya kunskaper och odlingsrutiner för att utnyttja tekniken med grund bearbetning och marktäckning.

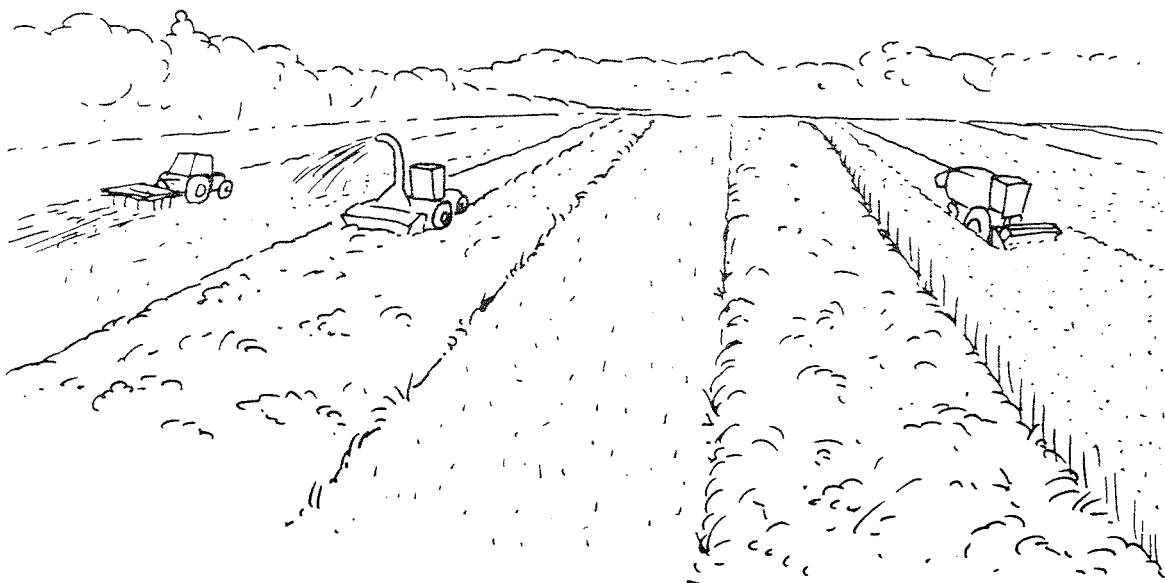


Bild 4. Förslag till ny odlingsteknik med bandodling.

Då det föreslagna bruknings sättet är oprövat krävs i första hand att det diskuteras. I en förlängning måste ny odlingsteknik utvecklas och hela systemet studeras i storskaliga tillämpade försök.

För skötsel och skörd av vaddelen av systemet kan dagens teknik användas. Med undantag för såbäddsberedning och sådd gäller detsamma för huvudgrödan. Såbäddsberedningen och sådden kommer att kräva delvis ny teknik då mängderna växtmaterial i såbädden avses öka i väsentlig grad. De skall inte, till skillnad från dagens odlingsteknik, myllas utan dras upp till ytan och fungera som avdunstningsskydd efter vårsådden.

Önskar man höstså borde det vara möjligt att spara vallen till våren och sedan vårbruket avslutats och marken torkat upp göra en marktäckning av den då väletablerade höstsådden för att få ett avdunstningsskydd och möjligen också försvåra utvecklingen för ogräsen.

Följande fördelar anses möjliga att vinna:

1. Förenklad jordbearbetning - minskade produktionskostnader.
2. Ökad avkastning eller bibehållen skördenivå med minskade insatser av växtnäring och herbicider.

Detta uppnås genom:

3. Minskad avdunstning som ger mer vatten till grödan.
4. Bättre bestånd som ger ökad konkurrens mot ogräs.
5. Förbättrat växtnäringsutnyttjande som ger minskat läckage.
6. Inhemsk växtnäringsproduktion som överförs från vallen.
7. Minskad körning som medför minskad jordpackning.
8. Långsiktigt förbättrad markstruktur.

*De här rapporterade studierna liksom tidigare undersökningar över marktäckning har visat positiva resultat som bör exploateras i stor omfattning. Detta kräver emellertid utveckling av både en ny odlingsteknik och en delvis ny maskinteknik. Utveckling och fortsatta studier bör gå hand i hand och snarast komma till utförande.*

## LITTERATUR

- Båth, A. 1993. Studier av rotutveckling, vattenhalt m m i försök med marktäckning. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala. Avdelningen för lantbrukets hydroteknik. Examensarbete (under tryckning).
- Gustafsson, E.-L. 1987. Marktäckning. Effekter på olika jordtyper. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala. Avdelningen för lantbrukets hydroteknik. Rapport 155. 59 s.
- Gustafsson, E.-L. 1993. Jordförbättringsförsök på lerjord. Sveriges lantbruksuniversitet. Uppsala. Fakta, Trädgård-Fritid nr 27. 4 s.
- Johansson, W. 1990. Fysikalisk markvård. Lantbrukstekniska förlaget. Lindesberg. Lantbrukspraktika, s 37-47.
- Linnér, H., Persson, R., Berglund, K. & Karlsson, S.-E.: 1990, 1991, 1992, 1993. Resultat av fältförsök avseende detaljavvattning, markvård och markförbättring samt bevattning. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala. Avdelningen för lantbrukets hydroteknik. Avdelningsmeddelanden 90:1, 91:1, 92:6, 93:2.
- Polgar, J. von. 1988. Marktäckning med hackad halm efter vårsådd. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala. Fakta, Mark-Växter nr 13. 3 s.
- Rydberg, T. 1987. Studier i plöjningsfri odling i Sverige 1975-1986. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala. Doktorsavhandling. Rapporter från jordbearbetningsavdelningen nr 76.
- Personliga meddelanden från:
- Johansson, W., professor. 1992. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala. Inst för markvetenskap.

Förteckning över utgivna häften i publikationsserien

SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET, UPPSALA. INSTITUTIONEN FÖR MARKVETENSKAP.  
AVDELNINGEN FÖR LANTBRUKETS HYDROTEKNIK. AVDELNINGSMEDDELANDE. Fr o m 1990

- 90:1 Linnér, H., Persson, R., Berglund, K. & Karlsson, S.-E. Resultat av 1989 års fältförsök avseende detaljavvattning, markvård och markförbättring samt bevattning. 73 s.
- 90:2 Jansson, P.-E. (ed.). The Skogaby Project. Project description. 77 s.
- 90:3 Berglund, K., Lindberg, K. & Peltomaa, R. Alternativa dräneringsmetoder på jordar med låg genomsläpplighet. I. Ett nordiskt samarbetsprojekt inom Nordkalottområdet. 20 s.
- 91:1 Linnér, H., Persson, R., Berglund, K. & Karlsson, S.-E. Resultat av 1990 års fältförsök avseende detaljavvattning, markvård och markförbättring samt bevattning. 92 s.
- 91:2 Persson, R. & Wesström, I. Markkemiska effekter av bevattning med Östersjövatten på Öland. 23 s + 5 bil.
- 91:3 Eckersten, H. WIGO model. User's manual. 30 s.
- 91:4 Eckersten, H. SPAC-GROWTH model. User's manual. 32 s.
- 91:5 Stenlund, S. Rainwater harvesting - Metoder för uppsamling av regnvatten för bevattning. En litteraturoversikt. 24 s.
- 91:6 Jansson, P.-E., Eckersten, H. & Johnsson, H. SOILN model. User's manual. 49 s.
- 91:7 Jansson, P.-E. SOIL model. User's manual. 59 s.
- 91:8 Wesström, I. Liste des publications du sujet "Besoin en eau des plantes et irrigation en climat semi-aride". 32 s.
- 92:1 Rockström, J. Framtidens livsmedelsförsörjning i världens torra regioner: Begränsas den av tillgången på vatten? 106 s.
- 92:2 Kerje, T. Erosionsmätningar i Nicaragua. 35 s.
- 92:3 Burujeny, M. B. Dygnsvariation i bladvattenpotential hos raps och senap. Mätningar och simuleringar. 27 s.
- 92:4 Simonsson, M. Rotstudier i några olika ärtsorter. 15 s.
- 92:5 Malm, P. Spridning av flytgödsel med bevattningsmaskin försedd med lågspridningsramp. 46 s.
- 92:6 Linnér, H., Persson, R., Berglund, K. & Karlsson, S.-E. Resultat av 1991 års fältförsök avseende detaljavvattning, markvård och markförbättring samt bevattning. 105 s.
- 93:1 Jansson, C. Rekonstruktion av naturlig vattenföring i Österdalälven och värdering av regleringsnytta. 30 s + 5 bil.
- 93:2 Linnér, H., Persson, R., Berglund, K. & Karlsson, S.-E. Resultat av 1992 års fältförsök avseende detaljavvattning, markvård och markförbättring samt bevattning. 83 s.
- 93:3 Joel, A. & Wesström, I. Vattenhushållning vid bevattning - en studie av tillämpad bevattningsteknik i Sidi Bouzid-distriktet, Tunisien. 54 s.
- 93:4 Jansson, P.-E. SOIL model. User's Manual. Second edition. 65 s.
- 93:5 Danfors, B. & Linnér, H. Resursbevarande odling med marktäckning och grund inbrukning av växtmaterial. 86 s.



