



Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences

Sıvı Ahır Gübresi Dağıtma Makinalarında Farklı Uygulayıcıların Azot Kaybına Etkisi

Osman ÖZBEK ^{1,*} Mustafa KONAK ¹

¹Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Konya

MAKALE BİLGİSİ

Geliş tarihi: 03.03.2017
Kabul tarihi: 06.04.2017
Araştırma Makalesi

Anahtar Kelimeler:

Sıvı ahır gübresi
Azot kaybı
Gübre buharlaşma indeksi
Risk faktörü

ÖZET

Bu çalışmada, farklı uygulayıcılar ile sıvı ahır gübresi uygulamasının, amonyak azotu kaybı üzerine etkileri ortaya konulmuştur. Denemelerde prototip bir sıvı gübre enjeksiyon makinesi kullanılmıştır. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak tertip edilmiştir. Bu amaçla denemeler, sıvı ahır gübresi dağıtma makinesine ait üç farklı ayak (A) tipi (kazayağı-I, kazayağı-II ve dar uçlu) ve üç farklı enjeksiyon derinliği (D) (5, 12.5 ve 20 cm) kombinasyonlarından oluşmaktadır.

Bu çalışmayla sıvı ahır gübresinin toprağa enjeksiyon şeklinde uygulanması yapılmış ve uygulamalardan meydana gelen azot kayıpları %4.7 - 11.9 arasında değişim gösterirken, amonyak azotu kaybını etkileyen önemli unsurlardan olan risk faktörü (F_r) 10 - 41.5 mm arasında ve risk faktörüne bağlı olarak hesaplanan gübre buharlaşma indeksi (I_m) de %10...83 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir.

Henüz ülkemizde yeterince kullanım alanı bulunmayan sıvı ahır gübresi dağıtma makinalerinin, kazayağı-I ayak tipiyle ve 12.5 cm ve daha büyük enjeksiyon derinliklerinde (A_1D_2 ve A_1D_3) başarıyla kullanılabileceği saptanmış ve sıvı ahır gübresinden faydalanma koşulları ortaya konulmuştur.

Effect on Ammonia Losses of Different Applicators on Liquid Manure Distribution Machines

ARTICLE INFO

Received: 03.03.2017
Accepted : 06.04.2017
Research Article

Keywords:

Liquid manure
Ammonia loses
Manure exposure index
Risk factor

ABSTRACT

In this study, the effects of manure application on ammonia losses with different applicator were determined. Prototype liquid manure injection machinery was used in the experiments. The experiment was established according to randomized plot design with three replications in the field. The experiments was composed the plots where the liquid manure was injected to three different depths (D) with three different liquid manure injection (A) tools (sweep type-I, sweep type-II and narrow point).

In this study, the liquid manure was injected to the soil by different methods and the ammonia losses were ranged between 4.7% and 11.9% depending on methods. The risk factor that mainly affects ammonia losses (F_r) was ranged between 10 mm and 41.5 mm. The manure liquid exposure index that is calculated depending on risk factor (I_m) was changed between 10% and 83%.

It was found that the liquid manure injection machinery not common in Turkey can be used successfully with sweep type-I and 12.5 cm - 20 cm (A_1D_2 and A_1D_3) injection depths. The utilizing conditions of liquid manure were brought up with this study.

*Sorumlu yazar email: ozbek@selcuk.edu.tr

1. Giriş

Azotun bitkiler için büyük bir önem taşıdığı bilinmektedir. Azot, bitki gelişimi ve ürün verimi için vazgeçilmez bir bitki besin kaynağıdır. Azot kontrolü çok zor olan bir elementtir. Toprağa uygulandığında buharlaşma veya yıkanma gibi yollarla kaybolabilmektedir. Temel azot kayıp yollarından birisi azotun N_2O , NH_3 ve N_2 gibi gaz emisyonları şeklinde atmosfere uçmasıdır. Özellikle sıvı ahır gübresi uygulamalarında yoğun olarak karşılaşılan amonyak azotunun buharlaşarak atmosfere karışmasıdır. Sıvı ahır gübresi uygulamalarında uygulanan azotun yaklaşık %46'sı buharlaşarak atmosfere karışmaktadır (Phillips ve Pain 1998; Meisinger ve Jokela 2000). Bu sebeple pek çok araştırma sıvı ahır gübresi uygulamasında amonyak kaybını azaltmak üzerinde yoğunlaşmaktadır (Meisinger ve Jokela 2000). Uygun makine ve uygulama tekniği kullanılarak sıvı ahır gübresi uygulamasından meydana gelen kötü koku ve amonyak emisyonu yaklaşık %95 oranında azaltılabilmektedir (Warner ve ark., 1991).

Gübreyi toprağa enjekte etmede kullanılan, kazayağı, disk, bıçak, çizel gibi pek çok ayak tipi geliştirilmiştir. Bu ayak tipleri genel olarak kanatlı (kazayağı ve lister) ve kanatsız (disk, bıçak ve çizel) olmak üzere iki ana grupta sınıflandırılır. Kanatlı ayaklar toprakta daha geniş çizi açarken, kanatsız ayaklar daha dar çizi açarlar (Rahman ve ark., 2004; Warner ve Godwin, 1988). Yüksek normlarda gübre uygulamasına olanak sağlaması ve daha iyi toprak – gübre karışımı sağlamalarından dolayı kanatlı ayak tipleri kanatsızlara kıyasla daha yaygın kullanılırlar (Chen ve Tessier, 2001).

Sıvı ahır gübresinin enjeksiyonu doğru makine ve ayak tipinin seçimini gerektirir. Makinenin toprakta oluşturduğu profil son derece önemlidir (Rahman ve ark., 2005). Gübreyi toprağa enjekte etmede kullanılan, kazayağı, disk, bıçak, çizel gibi pek çok ayak tipi geliştirilmiştir. Bu ayak tipleri genel olarak kanatlı (kazayağı ve lister) ve kanatsız (disk, bıçak ve çizel) olmak üzere iki ana grupta sınıflandırılır. Kanatlı ayaklar toprakta daha geniş çizi açarken, kanatsız ayaklar daha dar çizi açarlar (Rahman ve ark., 2004; Warner ve Godwin, 1988). Yüksek normlarda gübre uygulamasına olanak sağlaması ve daha iyi toprak – gübre karışımı sağlamalarından dolayı kanatlı ayak tipleri kanatsızlara kıyasla daha yaygın kullanılırlar (Chen ve Tessier, 2001).

Yapılan birçok çalışmada çapa bitkilerinde sıvı ahır gübresi uygulamasına rastlanmaktadır. Bu tür bitkilerde uygulama genelde enjeksiyon şeklinde yapılmakta ve enjeksiyon uygulamalarında kullanılan uygulayıcı ayaklar 60 mm – 470 mm genişliğinde olabilmektedir (Campbell, 1998).

Geniş tipteki ayakların bilinen avantajları ve dezavantajları yanı sıra sözü edilmeyen en büyük dezavantajlarından birisi de; bu tip ayaklar derinliğe bağlı ola-

rak artan büyük deformasyon alanları oluşturdukları için hiç şüphesiz bitki köklerine zarar vermektedir. Bitki köklerine verilen zarar ise ürün kaybı olarak karşımıza çıkmaktadır (Huijsmans ve ark., 1998; McLaughlin ve ark., 2006).

Derin olmayan enjeksiyon sadece çeki kuvvetini ve toprak deformasyonu azaltmakla kalmayıp, azotun yıkanarak yer altı suyuna da karışma riskini minimuma indirir (Huijsman ve ark., 1998; Chen, 1999). Ayrıca derin olmayan enjeksiyon gübrenin aerobik stabilizasyonu artıracaktır (Jokela ve Cote, 1994). Yapılan araştırmalar incelendiğinde enjeksiyon derinliğinin olabildiğince az olması istenilen bir durumdur ancak; enjeksiyon derinliği en az toprağa enjekte edilen gübrenin üzerinin toprakla kapatılabileceği kadar olmalıdır (Chen ve ark., 1999).

Gübre enjeksiyon derinliğinin, sıvı ahır gübresi enjeksiyon sistemlerinin performansı üzerinde oldukça etkilidir. Ayrıca uygun seçilmeyen enjeksiyon derinliği de ürün kaybına ve ürünün kalitesinin bozulmasına sebep olabilmektedir (Rodhe ve Etana, 2005). Diğer yandan derin enjeksiyonun ise daha fazla enerji tüketimine ve daha fazla ürün kaybına sebep olduğu belirtilmektedir.

Amonyak azotu kaybı, uygulamadan sonraki ilk gün içerisinde maksimum düzeyde olmaktadır (Smith ve ark 2000). Uygulama şekline bağlı olarak en fazla amonyak azotu kaybı birinci saatte meydana gelmektedir (Huijsmans ve ark., 2001). Misselbrook ve ark. (2002) de uygulamadan sonra meydana gelen toplam kaybın %50'den fazlasının ilk beş saat içerisinde meydana geldiğini ifade etmişlerdir. Uygun ayarlanmış bir enjeksiyon derinliği ile toprağa verilen sıvı gübre yüzey uygulamalarıyla kıyaslandığında koku emisyonunu da yüzey uygulamalarıyla kıyaslandığında yaklaşık %80 oranında azaltılabilmektedir (Pain ve ark. 1991). Ayrıca gübrenin toprak altına enjekte edilmesi ürünün kirlenmesi ve hastalık oluşturan etkenlere maruz kalmasını önleyecektir (Warner ve Godwin, 1988).

Bu çalışmada ülkemizde ilk defa sıvı ahır gübresinin farklı yöntemlerle toprağa verilmesi ile ortaya çıkacak amonyak azotu kaybını minimize edecek uygulama şekli belirlenerek, günümüzde bitkisel üretimde yoğun olarak kullanılan kimyasal gübrelerin yerine ikame edilebilme imkânları ortaya konulmuştur. Ülkemizde yaygın olarak kullanılmayan bir gübreleme şekli olan bu uygulamanın tanıtılması ve geniş alanlarda kullanılması için sıvı ahır gübresi dağıtma makinelerinin tasarımı, imalat ve kullanımının geliştirilmesi gerekmektedir.

2. Materyal ve Yöntem

Denemeler, S.Ü. Ziraat Fakültesi Sarıcalar Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde yürütülmüştür.

Araştırmanın yürütüldüğü deneme alanının uygulamalar öncesi tespit edilen bazı toprak özelliklerine ait değerler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1

Deneme parsellerine ait uygulamalar öncesi tespit edilen bazı toprak özelliklerine ait değerler

| Özellik | Toprak |
|---------------------------------------|-----------|
| Tekstür sınıfı | Killi-tın |
| Hacim ağırlığı (g cm^{-3}) | 1.25 |
| Penetrasyon direnci (MPa) (0-20 cm) | 0.66 |
| Kayma gerilmesi (Ncm^{-2}) | 1.04 |
| Organik madde (%) | 1.51 |
| Kireç (%) | 9.42 |
| EC ($\mu\text{S cm}^{-1}$) | 213 |
| Yüzey profil düzensizliği (%) | 6.42 |

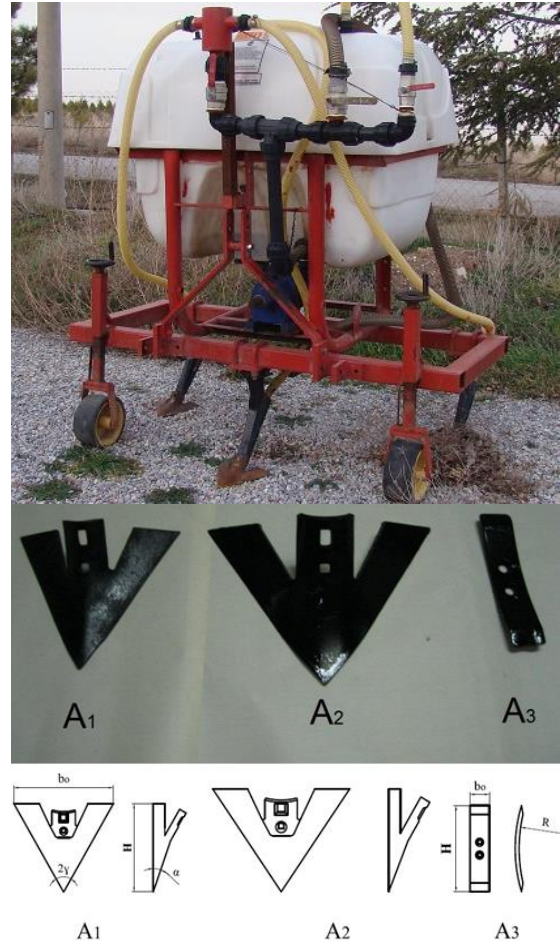
Denemelerde kullanılan sıvı ahır gübresine ait bazı özellikler Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2

Araştırmada kullanılan sıvı ahır gübresinin özellikleri

| Özellik | Sıvı kısım |
|---|------------|
| Hacim ağırlığı (ton m^{-3}) | 1,024 |
| Viskozitesi (kinematik) ($\text{mm}^2 \text{s}^{-1}$) | 1,49 |
| pH | 6,98 |
| EC (ms cm^{-1}) | 17,16 |
| Toplam N (%) | 0,85 |
| C (%) | 30,20 |
| P (%) | 0,10 |
| K (%) | 0,20 |

Araştırmada kullanılmak amacıyla prototip bir sıvı ahır gübresi dağıtma makinesi imalatı gerçekleştirilmiş olup, makine; çatı, üç nokta askı düzeni, gübre deposu, pompa, ayar mekanizmaları (norm ve basınç), çizi açıcı ayaklar ve çalışma derinliği ayar tekerleklerinden oluşmaktadır. Makine üzerinde gübreyi toprak altına enjekte edecek sistem ve yüzeyel dağılım yapmayı sağlayacak çarpma plakası bulunmaktadır. Makinenin genel görünüşü ve kullanılan ayak tipleri Şekil 1'de verilmiştir. Makine üç sıralı olup ayaklar çatı üzerinde bağımsız olarak kaydırılabilmekte ve böylece ayaklar arası uzaklıklar ayarlanabilmektedir.



Şekil 1

Denemede kullanılan sıvı ahır gübresi dağıtma makinesi ve ayak tipleri

Araştırmada kullanılan ayak tipleri; kazayağı-I (A_1), kazayağı-II (A_2), ve dar uçlu ayak (A_3) şeklindedir (Şekil 1). Araştırmada kullanılan ayak tiplerine ait bazı özellikler Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3

Araştırmada kullanılan ayak tiplerine ait bazı özellikler

| Parametre | Ayak tipi | | |
|----------------------------------|------------|------------|-------------|
| | A_1 | A_2 | A_3 |
| Kesme genişliği (b_0) (mm) | 255 | 350 | 50 |
| Keskin kenar açısı (2γ) | 59° | 69° | 180° |
| Göğüs açısı (α) | 19° | 21° | 50° |
| Ayak boyu (H) (mm) | 220 | 256 | 215 |

Toprağın nemi gravimetrik metotla kalibre edilmiş TDR cihazı ile ölçülmüştür. Ölçümler ekim öncesi her parselde 0-20 cm' lik derinliklerde 10 tekerrürlü olarak yapılmıştır.

Çalışmalarda ekim sonrası toprağın yüzey düzgünlüğünü belirlemek amacıyla çubuklu profilmetre kullanılmıştır. Profilmetre, 1m uzunluğundaki profil üzerine 2.5 cm aralıklarla yerleştirilmiş çubuklardan oluşmaktadır. Çalışma yönüne dik yerleştirilen profilmetreyle 2.5 cm aralıklarla yüzey profili ölçülmüş ve aşağıdaki eşitlik yardımıyla tarla yüzey düzgünlüğü hesaplanmıştır (Çarman, 1997).

$$R = 100 \cdot \log_{10} \cdot S \quad (1)$$

R: Tarlanın yüzey düzgünlüğü (%)

S: Ölçülen değerin standart sapması

Toprağın batma direncini ölçmek için eijekamp marka penetrometre kullanılmıştır. Ölçümlerde tepe açısı 30° ve koni taban alanı 1cm² olan koni kullanılmıştır. Ölçümler toprağın 0-20cm'lik derinliğinde MPA olarak ölçülmüştür (Çarman, 1997).

Toprağın kesilme direncini belirlemek için çapı 10 cm ve yüksekliği 12 cm olan, kanatlı kesme aleti kullanılmıştır. Kanatlı kesme aletinin ucuna takılan tork kolu 0-80 Nm ölçüm aralığına sahiptir. Ekim öncesi ölçme aletinin 0-20 cm'lik toprak profiline çakılarak, kanatlı kesicilerin bir silindir yüzeyi boyunca uyguladığı dönme momenti torkmetre kolu üzerindeki gösterge analog olarak okunmuştur. Buradan elde edilen maksimum dönme momenti aşağıdaki eşitlik yardımıyla kesilme direnci olarak elde edilmiştir (Okello, 1991).

$$\tau = T / [\pi d^2 (h/2 + d/6)] \quad (2)$$

τ : Toprağın kesilme direnci (N/cm²)

T: Maksimum dönme momenti (Ncm)

d: Kanatlı kesici aletin çapı (cm)

h: Kanat yüksekliği (cm)

Amonyak azotu kaybı ölçümü gübre uygulamasından sonra çizilere kapatılan 1 m²'lik (0.5x2 m) Plexy-Glass malzemeden yapılmış tüneller aracılığı ile vakumlu bir düzenekle yapılmıştır (Şekil 2).



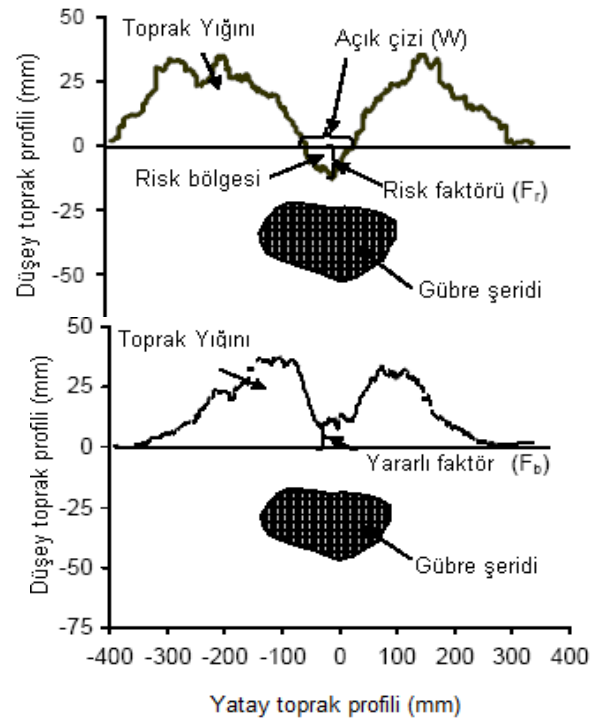
Şekil 2

Amonyak azotu kaybı ölçme düzeni

Amonyak azotu kaybını ölçmek amacıyla, gübre uygulamasından hemen sonra buharlaşan azotu toprak yüzeyinden toplamak için toprak yüzeyine bir rüzgâr tüneli yerleştirilmiş ve tünel içerisindeki havayı toplamak için vakum düzeneği çalıştırılmıştır. Vakum düzeneği ölçümler tamamlanana kadar sürekli çalıştırılmıştır. Tünelden vakum aracılığı ile alınan hava çıkışa yerleştirilmiş içerisinde %3'lük 100 ml Borik asit bulunan şişelerden (asit tuzağı) geçirilip ve hava içerisindeki azot bileşiklerinin yakalanması sağlanmıştır. Sonuçlar laboratuvar ortamında titrasyon yöntemiyle analiz edilerek azot değerleri belirlenmiştir (Balsari ve ark., 2002; Smith ve ark., 2000). Tünelden havanın toplanması için kullanılan vakum pompası her bir tünel için bağımsız olarak çalışmaktadır. Kullanılan pompanın hava debisi 10 l min⁻¹ olacak şekilde ayarlanmıştır (Balsari ve ark., 2002).

Amonyak azotu kaybının ölçümü boyunca 3., 6., 12., 24. ve 48. saatlerde şişe içerisindeki asit değıştirilerek amonyak azotu kaybı belirlenmiştir (Thompson ve Meisinger, 2004).

Sıvı ahır gübresinin enjeksiyonu sırasında kullanılan ayak tipi ve çalışma derinliğine bağlı olarak değişik toprak profilleri oluşmaktadır. Amonyak azotu kaybını etkileyen faktörlerden birisi olan bu unsur son derece önemlidir. Amonyak kaybı açısından değerlendirildiğinde, enjeksiyon sırasında normal tarla yüzeyinden daha aşağıda bir çizi bırakılıyorsa (negatif tip) risk faktörü, daha yukarıda bir çizi bırakılıyorsa (pozitif tip) da yararlı faktör unsurları açığa çıkmaktadır (Şekil 3) (Rahman ve ark., 2005).



Şekil 3

Negatif ve Pozitif tip toprak yüzey profili

Gübrenin toprağa enjekte edilmesi sırasında ayağın toprakta bıraktığı kesit profili profilmetre ile belirlenmiştir. Profilmetre ile belirlenen yüzeyde, orijinal toprak yüzeyinden aşağıda veya yukarıda kalan kısımlar cetvel ile ölçülmüş ve yararlı - risk faktörü değerleri mm cinsinden hesaplanmıştır.

Toprakta bırakılan profile bağlı olarak oluşan yararlı faktör ve risk faktörlerinin etkilediği gübrenin buharlaşmaya maruz kalma indeksi aşağıdaki eşitlikler yardımıyla hesaplanmıştır (Rahman ve ark., 2005).

$$I_m = \frac{F_r}{d} \times 100 \quad (3)$$

I_m : Gübre buharlaşma indeksi (%)

F_r : Risk faktörü (mm)

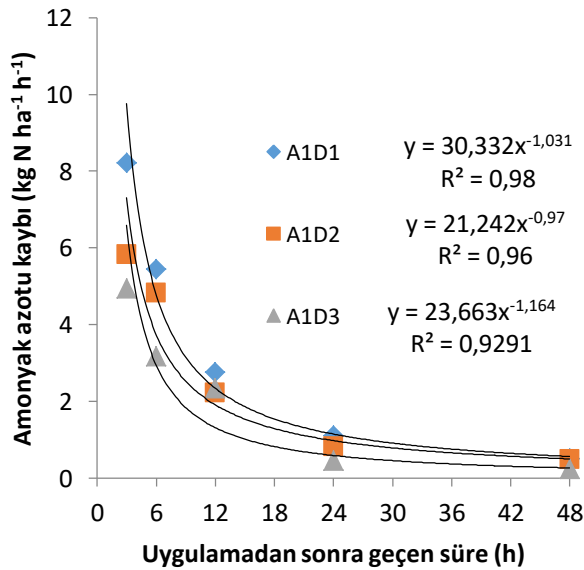
d : Enjeksiyon derinliği (mm)

Denemelerde sıvı gübre toprağa üç farklı ayak tipi (A_1 : kazayağı-I, A_2 : kazayağı-II ve A_3 : dar uçlu ayak) kullanılmış ve denemeler üç farklı enjeksiyon derinliğinde (D_1 : 5cm, D_2 : 12.5 cm ve D_3 : 20 cm) üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Denemeler mısır ekilmiş parsellerde gerçekleştirilmiştir.

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

3.1. Uygulamaların Toprak Yüzeyinden Meydana Gelen Azot (NH_3-N) Kayıplarına Etkisi

Denemelerde kullanılan A_1 ayak tipi ile yapılan uygulamalar sırasında üç farklı enjeksiyon derinliğinde belirlenen amonyak kayıpları Şekil 4'de verilmiştir.

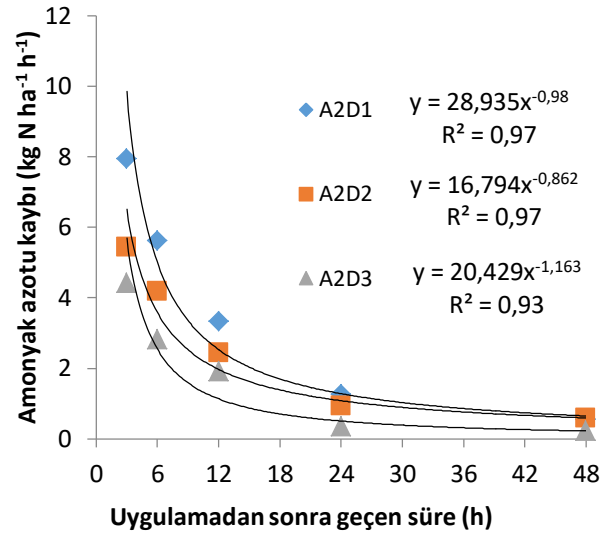


Şekil 4

A_1 ayak tipine ait üç farklı enjeksiyon derinliğinde tespit edilen amonyak azotu kayıpları

Şekil 4 incelendiğinde A_1 ayak tipi ile üç farklı enjeksiyon derinliğinde açığa çıkan amonyak azotu kayıpları görülmektedir. A_1 ayak tipinde D_1 , D_2 ve D_3 enjeksiyon derinliği için azot kayıpları sırasıyla; 17.73 kg ha⁻¹, 13.93 kg ha⁻¹ ve 10.81 kg ha⁻¹ olduğu görülmektedir. Parsellere uygulanan toplam azotun D_1 , D_2 ve D_3 enjeksiyon derinliği için sırasıyla; %8.9, %7 ve %5.4'ünün buharlaşarak kaybolduğu anlaşılmaktadır.

Denemelerde kullanılan A_2 ayak tipi ile yapılan uygulamalar sırasında üç farklı enjeksiyon derinliğinde belirlenen amonyak kayıpları Şekil 5'de verilmiştir.



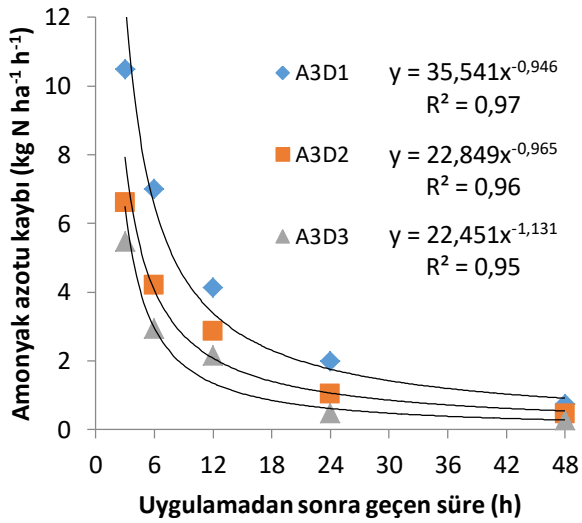
Şekil 5

A_2 ayak tipine ait üç farklı enjeksiyon derinliğinde tespit edilen amonyak azotu kayıpları

Şekil 5 incelendiğinde A_2 ayak tipi ile üç farklı enjeksiyon derinliğinde açığa çıkan amonyak azotu kayıpları görülmektedir. A_2 ayak tipinde D_1 , D_2 ve D_3 enjeksiyon derinliği için azot kayıpları sırasıyla; 18.95 kg ha⁻¹, 13.21 kg ha⁻¹ ve 9.43 kg ha⁻¹ olduğu görülmektedir. Parsellere uygulanan toplam azotun D_1 , D_2 ve D_3 enjeksiyon derinliği için sırasıyla; %9.5, %6.6 ve %4.7'sinin buharlaşarak kaybolduğu anlaşılmaktadır.

Denemelerde kullanılan A_3 ayak tipi ile yapılan uygulamalar sırasında üç farklı enjeksiyon derinliğinde belirlenen amonyak kayıpları Şekil 6'da verilmiştir.

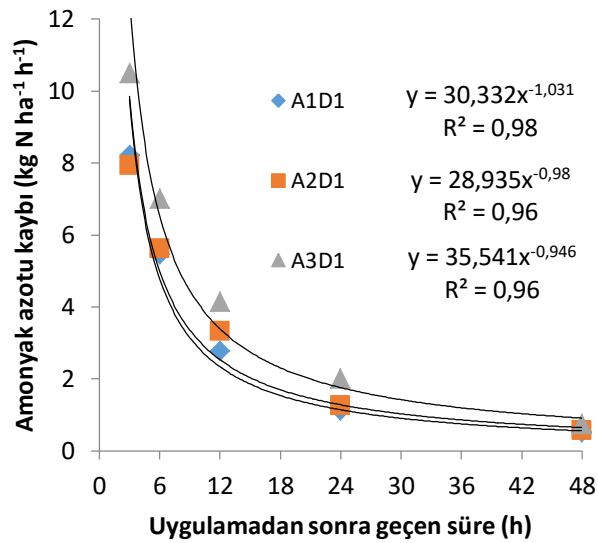
Şekil 6 incelendiğinde A_3 ayak tipi ile üç farklı enjeksiyon derinliğinde açığa çıkan amonyak azotu kayıpları görülmektedir. A_3 ayak tipinde D_1 , D_2 ve D_3 enjeksiyon derinliği için azot kayıpları sırasıyla; 23.80 kg ha⁻¹, 15.08 kg ha⁻¹ ve 11.17 kg ha⁻¹ olduğu görülmektedir. Parsellere uygulanan toplam azotun D_1 , D_2 ve D_3 enjeksiyon derinliği için sırasıyla; %11.9, %7.5 ve %5.6'sının NH_3-N şeklinde kaybolduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 6

A₃ ayak tipine ait üç farklı enjeksiyon derinliğinde tespit edilen amonyak azotu kayıpları

Denemeler sırasında D₁ enjeksiyon derinliği için üç farklı ayak tipinde belirlenen amonyak kayıpları Şekil 7'de verilmiştir.

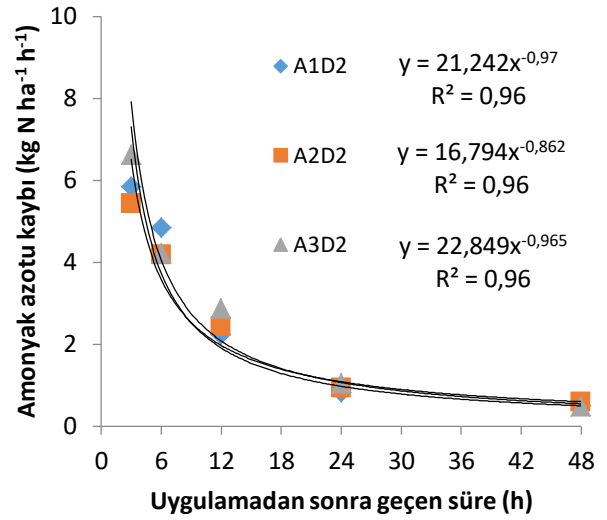


Şekil 7

D₁ enjeksiyon derinliği için üç farklı ayak tipinde tespit edilen amonyak azotu kayıpları

Şekil 7 incelendiğinde D₁ enjeksiyon derinliği ile üç farklı ayak tipinde açığa çıkan amonyak azotu kayıpları görülmektedir. D₁ enjeksiyon derinliğinde uygulanan gübrenin 20.16 kg ha⁻¹'nin kaybolduğu görülmektedir. Parsellere uygulanan toplam azotun yaklaşık %10.1'i buharlaşarak kaybolmuştur.

Denemeler sırasında D₂ enjeksiyon derinliği için üç farklı ayak tipinde belirlenen amonyak kayıpları Şekil 8'de verilmiştir.

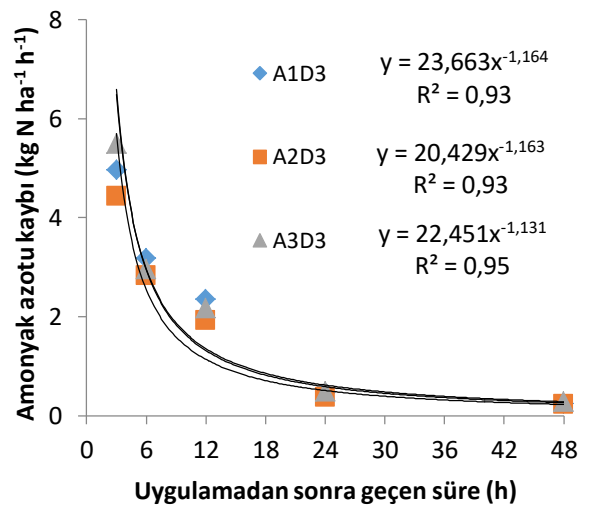


Şekil 8

D₂ enjeksiyon derinliği için üç farklı ayak tipinde tespit edilen amonyak azotu kayıpları

Şekil 8 incelendiğinde D₂ enjeksiyon derinliği ile üç farklı ayak tipinde açığa çıkan amonyak azotu kayıpları görülmektedir. D₂ enjeksiyon derinliğinde uygulanan gübrenin 14.07 kg ha⁻¹'nin kaybolduğu görülmektedir. Parsellere uygulanan toplam azotun yaklaşık %7'si buharlaşarak kaybolmuştur.

Denemeler sırasında D₃ enjeksiyon derinliği için üç farklı ayak tipinde belirlenen amonyak kayıpları Şekil 9'da verilmiştir.



Şekil 9

D₃ enjeksiyon derinliği için üç farklı ayak tipinde tespit edilen amonyak azotu kayıpları

Şekil 9 incelendiğinde D₃ enjeksiyon derinliği ile üç farklı ayak tipinde açığa çıkan amonyak azotu kayıpları görülmektedir. D₃ enjeksiyon derinliğinde uygulanan gübrenin 10.47 kg ha⁻¹'nin kaybolduğu görülmektedir. Parsellere uygulanan toplam azotun yaklaşık %5.2'si buharlaşarak kaybolmuştur.

Şekil 4 - 9 genel olarak incelendiğinde toplam amonyak azotu kaybının yaklaşık %45'i ilk üç saat içinde, %70'i ise ilk 6 saat içerisinde meydana geldiği görülmektedir. Smith ve ark. (2000) ve Thompson ve Messinger (2004) amonyak azotu kaybının uygulamadan sonraki ilk gün içerisinde ve ilk saatlerde maksimum düzeyde olduğunu, Huijsmans ve ark. (2001) uygulama şekline bağlı olarak en fazla amonyak azotu kaybının birinci saatte meydana geldiğini, Misselbrook ve ark. (2002) de uygulamadan sonra meydana gelen toplam kaybın %50'den fazlası ise ilk beş saat içerisinde meydana geldiğini ifade etmişlerdir.

Denemelerde tesbit edilen toplam azot kayıplarına uygulanan varyans analizi Tablo 4'de ve önemli çıkan parametrelere uygulanan LSD testi sonuçları da Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 4

Denemelerde tespit edilen azot kayıplarına uygulanan varyans analiz sonuçları

| V.K. | S.D. | K.T. | K.O. | F |
|------------------------|------|----------|---------|------------|
| Tekerrür | 2 | 59.672 | 29.836 | 214789.219 |
| Yıl (A) | 1 | 0.000 | 0.000 | 0.496 |
| Hata-1 | 2 | 0.000 | 0.000 | |
| Ayak tipi (B) | 2 | 92.196 | 46.098 | 77.0638** |
| AxB | 2 | 0.001 | 0.000 | 0.0005 |
| Güb.Uyg. Derinliği (C) | 2 | 849.820 | 424.910 | 710.3384** |
| AxC | 2 | 0.001 | 0.001 | 0.0008 |
| BxC | 4 | 70.261 | 17.565 | 29.3643** |
| AxBxC | 4 | 0.001 | 0.000 | 0.0004 |
| Hata | 32 | 19.142 | 0.598 | |
| GENEL | 53 | 1091.093 | | |

**P<0.01 *P<0.05

Tablo 5

Denemelerde tespit edilen amonyak azotu kayıplarına uygulanan LSD testi sonuçları

| Ayak tipi | Amonyak azotu kaybı (kg N ha ⁻¹) | | | |
|--------------------------------------|--|---------------------|---------------------|----------------|
| | A ₁ Ort. | A ₂ Ort. | A ₃ Ort. | Genel Ort. |
| Derinlik | | | | |
| D₁ | 17.73b | 18.94b | 23.80a | 20.16 a |
| D₂ | 13.93cd | 13.21d | 15.08c | 14.07 b |
| D₃ | 10.81e | 9.43f | 11.17e | 10.47 c |
| Gn.Ort. | 14.16 b | 13.86 b | 16.68 a | |
| LSD (Ayak tipi ve derinlik) : 0.7059 | | | | |
| LSD (ayak X derinlik) : 1.223 | | | | |

Uygulamalar sırasında belirlenen toplam azot kayıplarına uygulanan varyans analizi sonuçlarına göre; ayak tipi, gübre enjeksiyon derinliği ve ayak tipi x gübre enjeksiyon derinliği interaksyonunun amonyak azotu kaybı üzerine etkili olduğu, yıllar arasındaki farkın ise istatistikî anlamda önemsiz olduğu görülmektedir (Tablo 4).

Tablo 5 incelendiğinde ayak tipleri arasındaki fark istatistikî olarak önemli bulunmuş ve en fazla amonyak azotu kaybı A₃ ayak tipinde 16.68 kg ha⁻¹, en az amonyak azotu kaybı ise A₂ ayak tipinde 13.86 kg ha⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Azot kayıpları gübre enjeksiyon derinlikleri bakımından kıyaslandığında, gübre enjeksiyon derinliğinin amonyak azotu kaybını etkilediği görülmektedir. En fazla amonyak azotu kaybı D₁ enjeksiyon derinliğinde 20.16 kg ha⁻¹, en az amonyak azotu kaybı ise D₃ ayak tipinde 10.47 kg ha⁻¹ olarak gözlemlenmiştir. Enjeksiyon derinliğinin artmasının amonyak azotu kaybı azalttığı söylenebilir.

Ayak tipi X gübre enjeksiyon derinliği interaksyonunu incelendiğinde A₁D₁ ile A₂D₁ kombinasyonu ve A₁D₂ ile A₂D₂ kombinasyonu amonyak azotu kaybı bakımından istatistikî olarak benzer sonuçları göstermiştir. Genel olarak A₁ ayak tipine ait kombinasyonlarla A₂ ayak tipine ait kombinasyonlar benzer guruplarda yer alırken A₃ ayak tipine ait kombinasyonlar diğerlerinden ayrılmaktadır. Benzer şekilde D₃ kombinasyonları da benzer guruplarda yer alırken diğer iki derinliğe ait kombinasyonların farklılık gösterdiği görülmektedir.

Amonyak azotu kaybı bakımından en iyi sonuçlar, diğer bir ifade ile en az amonyak azotu kaybının meydana geldiği kombinasyonlar sırasıyla; A₂D₃, A₁D₃ ve A₃D₃ kombinasyonlarıdır. Sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde A₂ ayak tipinde ve D₃ enjeksiyon derinliği amonyak azotu kaybı bakımından en iyi sonuçları veren kombinasyondur denilebilir.

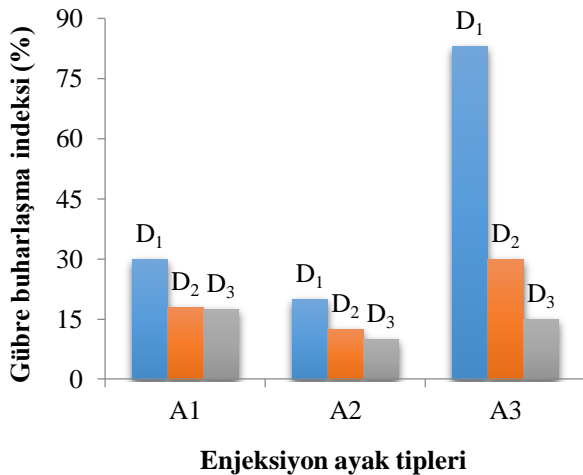
3.2. Risk Faktörüne (F_r) ve Yararlı Faktöre (F_b) Bağlı Gübre Buharlaşma İndeksi (I_m) Sonuçları

Tüm çalışma kombinasyonlarından açığa çıkan çalışma risk faktörü (F_r) ve hesaplanan buharlaşma indeksleri Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6
Risk Faktörüne (F_r) Bağlı Gübre Buharlaşma İndeksi (I_m) Sonuçları

| Çalışma komb. | Risk Faktörü (mm) | Buharlaşma indeksi (%) |
|-------------------------------|-------------------|------------------------|
| A ₁ D ₁ | -15 | 30.0 |
| A ₁ D ₂ | -22.5 | 18.0 |
| A ₁ D ₃ | -35 | 17.5 |
| A ₂ D ₁ | -10 | 20.0 |
| A ₂ D ₂ | -12.5 | 10.0 |
| A ₂ D ₃ | -25 | 12.5 |
| A ₃ D ₁ | -41.5 | 83.0 |
| A ₃ D ₂ | -37.5 | 30.0 |
| A ₃ D ₃ | -30 | 15.0 |

Uygulamalar sırasında açığa çıkan risk faktörüne bağlı olarak hesaplanan gübre buharlaşma indeksi (I_m) Şekil 10'da verilmiştir.



Şekil 10

Çalışma kombinasyonları için hesaplanan gübre buharlaşma indeksi değerleri

Tablo 6 ve Şekil 10 incelendiğinde en büyük I_m değeri %83 olarak A₃D₁ kombinasyonunda tespit edilmiştir. Bu kombinasyonu sırasıyla A₃D₂ ve A₁D₁ kombinasyonları takip etmektedir. En küçük I_m değeri ise %10 olarak A₂D₃ kombinasyonundan hesaplanmıştır. Gübre buharlaşma indeksi ayak tipleri bakımından değerlendirildiğinde A₁, A₂ ve A₃ ayak tipleri için sırasıyla; %21.8, %14.2 ve %42.7 olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde gübre buharlaşma indeksi uygulama derinliği bakımından değerlendirildiğinde D₁, D₂ ve D₃

gübre uygulama derinlikleri için sırasıyla; %44.3, %20.2 ve %14.2 olarak belirlenmiştir. Sonuçlar incelendiğinde en büyük I_m değerinin A₃ ayak tipinde ve D₁ uygulama derinliğinde olduğu tespit edilmiştir.

Amonyak azotu kaybı ve gübre buharlaşma indeksi sonuçları birlikte değerlendirildiğinde; ayak genişliğinin artmasına paralel olarak gübre buharlaşma indeksinin ve amonyak azotu kaybının azaldığı söylenilebilir. Ayak genişliğinin artması toprakta gübre için daha büyük bir kanal açılacağı anlamına gelmekte ve toprak – gübre karışımının daha iyi olmasına olanak sağlamaktadır (Chen ve ark., 2001; Chen ve Tessier, 2001; Koelsch, 1995; Rahman ve ark., 2004; Rahman ve Chen, 2001; Warner ve Godwin, 1988). Toprakta oluşturulan kanalın geniş olması ve daha iyi toprak – gübre karışımı, hem gübrenin bitki köklerine daha iyi ulaştırılmasını hem de buharlaşmadan kaynaklanan amonyak azotu kaybının azalmasını sağlamaktadır.

Gübre uygulama derinliğinin artması buharlaşma indeksinin ve amonyak azotu kaybının azalmasına sebep olmuştur. Enjeksiyon derinliğinin artmasıyla toprakta gübre daha derine bırakılmakta ve gübrenin üzeri daha kalın bir toprak tabakasıyla kapatılmaktadır. Bu sonuç risk faktörünün de azaldığı anlamına gelmektedir. Rahman ve ark. (2005) ayak genişliği ve gübre uygulama derinliğinin artması sonucu risk faktörünün azaldığını ve buna bağlı olarak da gübre buharlaşma indeksinin ve amonyak azotu kaybının azaldığını ifade etmişlerdir. Denemelerde elde edilen risk faktörü, gübre buharlaşma indeksi ve amonyak azotu kaybı değerleri ayak tipi ve enjeksiyon derinliği yönleriyle literatürde belirtilen sonuçlara benzerlik göstermektedir (Rahman ve ark., 2005; Koelsch, 1995; Nyord ve ark., 2008; Ozbek ve ark., 2010).

Ülkemizde ilk defa sıvı ahır gübresinin farklı yöntemlerle toprağa verilmesinin uygulama tekniğine bağlı olarak mısır verimine etkilerinin belirlenmesinin araştırıldığı bu çalışmada elde edilen sonuçlar şu şekilde özetlenebilir.

Ülkemizde sıvı gübre uygulaması sınırlı olup, genellikle tarlaya yüzeysel uygulama şeklinde yapılmaktadır. Bu uygulama şekli %90'lara ulaşan amonyak azotu kaybına ve önemli ölçüde çevre problemine neden olmaktadır. Bu çalışmayla sıvı ahır gübresinin toprağa enjeksiyon şeklinde uygulanması yapılmış ve uygulamalardan meydana gelen azot kayıplarının %4.7...11.9 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Sonuçlar mevcut uygulamalarla kıyaslandığında önemli avantajlar sağlanmıştır.

Araştırmada, amonyak azotu kaybını etkileyen önemli unsurlardan olan risk faktörünün (F_r) 10...41.5 mm arasında ve risk faktörüne bağlı olarak hesaplanan gübre buharlaşma indeksinin (I_m) de %10...83 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. En büyük I_m değerini A₃D₁ kombinasyonundan elde edilirken, en küçük I_m değeri ise A₂D₃ kombinasyonundan belirlenmiştir.

Ayak genişliğinin ve derinliğinin artması amonyak azotu kaybını azaltmaktadır.

Sıvı ahır gübresi enjeksiyonunda, genişliği fazla olan ayaklar yerine orta genişlikteki ayakların kullanılmasının ve orta enjeksiyon derinliklerindeki (12.5 cm) çalışmaların amonyak azotu kaybı açısından yararlı olacağı kanaatindeyim.

4. Teşekkür

Bu çalışma Dr. Osman Özbek'in Doktora Tezinden özetlenmiştir.

5. Kaynaklar

- Balsari P., Airoidi G., Gioelli F., 2002. Maize organic fertilization by means of a modular slurry spreader. *10th International workshop of the European Co-operative Research Network - Strbské Pleso - Slovak Republic*. RAMIRAN.
- Campbell, A.J., 1998. Design and evaluation of liquid swine manure injectors for potato nutrient placement. Unpublished Ph.D. thesis. Department of Agricultural and Biosystems Engineering, McGill University, Sainte-Anne-de-Bellevue, QC.
- Chen, Y., 1999. Criteria for selecting liquid manure injector. In Proc. of the Manitoba Hog Manure Management Workshop. 18-20. 2nd Annual Workshop, Carman, Manitoba, Oct. 27, 1999. Ed. K. Buchey, AAFC, Brandon Research Center.
- Chen, Y. and Tessier, S., 2001. Criterion for the design and selection of tools for injection of liquid manure. *Transactions of the ASAE*, 44(6): 1421-1428.
- Chen, Y., Rahman, S. and Ren, X., 1999. Criteria for selecting injection depth and evaluations on existing liquid manure injection tools. ASAE Paper No. 99-1112. St. Joseph, MI:ASAE.
- Chen, Y., Zhang, Q. and Petkau, D., 2001. Evaluation of different techniques for liquid manure application on grassland. *Applied Engineering in Agriculture*, 17(4): 489-496.
- Çarman, K., 1997. Effect of different tillage systems on soil properties and wheat yield in Middle Anatolia. *Soil & Tillage Research*, 40, 201-207.
- Huijsmans, J.F.M., Hendriks J.G.L. and Vermeulen, G.D., 1998. Draught requirement of trailing-foot and shallow injection equipment for applying slurry to grassland. *J. Agri. Eng. Res.*, 71(5):347-356.
- Huijsmans, J.F.M., Hol, J.M.G. and Hendriks, M.M.W.B., 2001. Effect of application technique, manure characteristics, weather and field conditions on ammonia volatilization from manure applied to grassland. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 49, 323-342.
- Jokela, W. and Côté, D., 1994. Options for direct incorporation of liquid manure. In Proc. of the Liquid Manure Application Systems Conference, 201-215. Rochester, New York.
- Koelsch, R., 1995. Environmental considerations for manure application system selection. WASTE MANAGEMENT B-6, Livestock Waste Systems. University of Nebraska, Institute of Agriculture and Natural Resources.
- McLaughlin, N.B. Li1, Y.X., Bittman, S., Lapen, D.R., Burt, S.D., Patterson, B.S., 2006. Draft requirements for contrasting liquid manure injection equipment. *Canadian Biosystems Engineering*, 48:2, 29-37.
- Meisinger, J.J. and Jokela, W.E., 2000. Ammonia volatilization from dairy and poultry manure. p.334-354. In Proc. Managing Nutrients and Pathogens from Animal Agriculture, Camp Hill, PA. 28-30 Mar. 2000. NRAES, Ithaca, NY.
- Misselbrook, T.H., Smith K.A., Johnson, R.A. and Pain, B.F., 2002. Slurry application techniques to reduce ammonia emissions: Results of some UK fieldscale experiments. *Biosystems Engineering*, 81(3), 313-321.
- Nyord, T., Søgaard, H.T., Hansen, M.N., Jensen, L.S., 2008. Injection methods to reduce ammonia emission from volatile liquid fertilisers applied to growing crops. *Biosystems Engineering*, 100, 235 – 244.
- Okello, J.A., 1991. A review of soil strength measurement techniques for pre-diction of terrain vehicle performance. *Journal of Agriculture Engineering Research*, 50,129-155.
- Ozbek, O., Marakoglu T., Carman, K., 2010. The effects of a prototype liquid manure spreader machine on nitrogen losses and maize yield. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi (Journal of Agricultural Machinery Science)*, 6 (2), 85-92.
- Pain, B.F., Phillips, V.R., Huijsmans J.F.M. and Klarenbeek, J.V., 1991. Anglo-Dutch experiments on odour and ammonia emissions following the spreading of piggery wastes on arable land. Rapport 91-9, IMAG-DLO, Wageningen (the Netherlands).
- Phillips, R. and Pain, B., 1998. Gaseous emissions from the different stages of European livestock farming. *Proceedings of the International Workshop on Environmentally Friendly Management of Farm Animal Waste*. Ed. T. Matsunaka. pp 67-72.
- Rahman, S., Chen, Y., 2001. Laboratory investigation of cutting forces and soil disturbance resulting from different manure incorporation tools in a loam sand soil. *Soil & Tillage Research*, 58(1): 19-29.
- Rahman, S., Chen, Y., Buckley K. and Akinremi, W., 2004. Slurry distribution in soil as influenced by slurry application micro-rate and injection tool type. *Biosystems Engineering*, 89(4): 495-504.
- Rahman, S., Chen, Y., Zhang, Q. and Lobb, D., 2005. Evaluation methods on manure exposure from liquid manure injection tools. *Canadian Biosystems Engineering*, Canada.

- Rodhe, L. and Etana, A., 2005. Performance of slurry injectors compared with band spreading on three swedish soils with ley. *Biosystems Engineering*, 92(1), 107–118.
- Smith, K. A., Jackson, D. R., Misselbrook, T. H., Pain, B. F. and Johnson, R. A., 2000. Reduction of Ammonia Emission by Slurry Application Techniques. Silsoe Research Institute.
- Thompson, R.B., and Meisinger, J.J., 2004. Gaseous nitrogen losses and ammonia volatilization measurement following land application of cattle slurry in the mid-Atlantic region of the USA. *Plant and Soil*, 266: 231–246.
- Warner, N.L., Godwin, R.J. and Hann, M.J., 1991. Modifications to slurry injector tines to reduce surface disturbance and improve slot closure under dry grassland conditions. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 48, 195-207.
- Warner, N.L. and Godwin, R.J., 1988. An Experimental Investigation into Factors Influencing The Soil Injection of Sewage Sludge. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 39(4): 287-300.