

PAPER DETAILS

TITLE: SU TUTUCU POLIMER BİR MADDENİN (TERAWET) ORTA ANADOLU SARTLARINDA
TOPRAK SUYU, BUGDAY VE MERCİMEK VERİMLERİNE ETKİLERİ

AUTHORS: Muzaffer AVCI,Kader MEYVECI

PAGES: 0-0

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/118602>

SU TUTUCU POLİMER BİR MADDENİN (TERAWET) ORTA ANADOLU ŞARTLARINDA TOPRAK SUYU, BUĞDAY VE MERCİMEK VERİMLERİNE ETKİLERİ

Muzaffer AVCI Kader MEYVECİ

Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü, P.K. 226 06042 Ulus/Ankara
Tel: 2873334/149, e-mail: muzafavci@yahoo.com

ÖZET: Ticari adı Terawet ve etkili bileşimi potasyum bazlı poliakrileyt/poliakrilamid olan su tutucu bir polimer madde Orta Anadolu şartlarında mercimek/buğday ve nadas/buğday ekim sistemlerinde denenmiştir. Bu polimerin farklı dozları (0, 3, 13, 23 ve 33 kg/da) mercimekte (*Lens culinaris*) sıra aralarına, nadas/buğday ekim nöbetinde ise nadasa serpmeye olarak uygulanmış ve el çapısı ile toprağa karıştırılmıştır. Uygulama öncesi, mercimekte hasat sonrası ve buğdayda (*Triticum aestivum*) ekim öncesi topraktan 0-90 cm derinlikten alınan toprak örneklerinde nem tayinleri yapılmış; buğday ve mercimek verimleri ile bazı verim öğelerindeki değişimler saptanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; 13 kg/da'lık uygulama da ürün verimleri ve profil nemleri diğer uygulamalara göre daha fazla olmuş ancak bu fazlalık istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır. Uygulamalar mercimekte biyolojik verim ve hasat indeksi üzerine etkili olmamış ancak; buğdayda başaktaki tane sayısını arttırırken, birim alandaki başak sayısı düşmüştür. Profildeki nemde farklılık yok iken Terawet'in 13 kg/da'lık dozu ile nemin profil içindeki dağılımı etkilenmiş ve 30-90 cm'lik katmanda nem düzeyi kontrol ve diğer uygulamalara göre artmıştır. Bu durumda Terawet'in toprağın su geçirgenliğini artırdığı bundan dolayı alt katlarda daha fazla su birikimine yol açtığı ileri sürülebilir.

EFFECT OF A COMMERCIAL HYDROPHYLE POLYMER (TERAWET) ON SOIL WATER ACCUMULATION AND YIELDS OF LENTIL AND WHEAT IN CENTRAL ANATOLIAN CONDITION

SUMMARY: A soil conditioner which is a hydrophylic and potassium based polyacrylate/polyacrylamide co-polymer was tested under field conditions in winter lentil/wheat and fallow/winter wheat dryland crop rotations for water accumulation and crop yields. Polymer was applied to interrows of winter lentil plots and broadcasted to fallow plots at the rates of 0, 30, 130, 230 and 330 kg/ha and mixed into soil by hand hoes. Soil moisture was determined in different stages of experimentation. Results showed that there was not any statistically significant difference among the rates of conditioner in terms of soil profile total moisture and crop seed yields although some increases were observed with rate of 130 kg/ha polymer application. On the other hand, statistically more moisture with 130 kg/ha was obtained in the 30-90 cm layer in both of the cropping sequences. This implied that this rate increased soil infiltration resulting in more moisture in deeper zones of the soil.

GİRİŞ

Ticari adı Terawet olan su tutucu polimer (potasyum bazlı poliakrileyt/poliakrilamid) bir madde Web (<http://www.terawet.com>) sayfalarından elde edilen bilgilere göre toprakta kendi ağırlığının 180 katı su absorbe edebilme, toprağın havalanma ve drenajını iyileştirebilme, çok sıcak ve kurak havalarda bitki ve ağaçların büyümelerini sağlayabilme, sürekli su temini nedeniyle ürün verimlerini artırabilme ve toprakta 7-10 yıl süreyle etkin olarak kalabilme kabiliyetindedir. Polimer maddelerin toprak düzenleyici olarak kullanılması son yıllarda gittikçe artan bir uygulama alanı bulmaktadır. Güney Afrika'da tarla şartlarında siltli killi tın bir toprakta yapılan araştırmada yazlık buğday ekiminden sonra sırasıyla 5 ton/ha fosfojips (PG), 5 ton/ha

fosfojips'den sonra 20 kg/ha püskürtme poliakrilamid gel (PAM) ve açılan sığ çukurlara 5 ton fosfojips (PIT) uygulanmıştır. Parseller yağmurlama sulanmış ve yüzey akışı her seferinde ölçülmüştür. Sezon boyunca yüzey akış kontrolde % 36.1, PG'de %12.8, PAM'da %1.4 ve PIT'de %0.1 olmuştur. Kontrol, PG, PAM ve PIT sırası gözetilerek tane verimleri 2.12, 2.25, 3.02 ve 3.66 t/ha; su kullanma randımanı 18.86, 22.10, 27.27 ve 30.38 kg/ha/mm olarak bulunmuştur (Stern ve ark, 1992). Ben-Hur-M (1994) bir inceleme yazısında sulama öncesi toprak yüzeyine hektara 20 kg poliakrilamid (PAM) ve 40 kg polisakkarit (PS) uygulaması ile yüzey akış ve erozyonda önemli azalmalar ile birlikte patates ve pamuk veriminde artışlar elde edildiğini, PS uygulamasının düşük vizkozite ve suda yüksek çözünürlük nedeniyle PAM'dan daha uygun olduğunu bildirmektedir. Wallace(1987) PAM ile ince tekstürlü toprakta domates ve marulda yüksek çıkış ve gelişme, Awad (1986) arpada bituma göre daha fazla çıkış elde etmişlerdir. Marul, turp ve buğday fideleri üzerinde PAM ile yapılan araştırmalarda bitkiler jel halinde tutulan sudan bilinen formdaki suya göre daha etkin bir şekilde yararlanmışlardır. Ayrıca, geçici kuraklık oluşumunda jel suyu tampon olarak kullanılmakta ve çıkış devresinde ürünün yok olma riskini azaltmaktadır (Jhonson, 1990).

Kuru tarımda ve nadasta PAM ile ilgili çalışmalara rastlanamamış olmasına karşın kuraklığın sıkça yaşandığı Orta Anadolu şartlarında Mercimek-Buğday ve Nadas-Buğday ekim nöbetlerinde toprağa ilave edilen bu madde etkinliği yoluyla yağmur suyunun toprakta depolanması ve bu suyun kritik dönemlerde ürünlerin su kullanımı üzerinde ve dolayısı ile verimlerinde etkili olabileceği düşünülerek araştırmaya alınmasına karar verilmiştir. Ayrıca söz konusu madde ülkemiz ticari piyasasında satıldığından yapılan bu araştırma çiftçilerin ve yayım elemanlarının bu madde hakkında daha fazla bilgi edinmelerini de sağlayacaktır.

MATERYAL VE METOD

Kimyasal bileşimi potasyum bazlı poliakrileyt/poliakrilamid kopolimer ve ticari adı Terawet olan madde iki ayrı ekim nöbeti sisteminde (mercimek-buğday, nadas-buğday) araştırılmıştır. Denemeler Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre 3 tekerrürlü olarak parsel boyutları $1.5 \times 10 = 15 \text{ m}^2$ olacak şekilde Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsünün İkizce'deki Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nde kurulmuştur. Terawet'in 3, 13, 23 ve 33 kg/da dozları 7-12 Mayıs 1998 tarihinde parsellere elle serpilip toprağa karıştırılmış ve her tekerrürde 4 parsel kontrol olarak bırakılmış ve bunlara polimer madde (Terawet) uygulanmamıştır. Araştırmada bitki materyali olarak Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü tarafından geliştirilen kışlık Gün-91 ekmeklik buğday çeşidi ve Güneydoğu Tarımsal Araştırma Enstitüsünce geliştirilen kışlık Fırat-87 mercimek çeşitleri kullanılmıştır.

Terawet uygulaması Mercimek-Buğday ekim nöbeti sisteminde, toprağa mercimek (Fırat 87) 15-20 cm büyüklüğünde iken sıra aralarına, nadas parsellerinde parsel yüzeyine elle serpilerek yapılmış ve çapa ile toprağa karıştırılmıştır. Mercimek hasadı 3 Temmuz 1998 tarihinde yapılmıştır. Terawet uygulaması yapılmadan önce (7 Mayıs 1998) ve mercimek hasadından hemen sonra (7 Temmuz 1998) ve 28 Eylül 1998 tarihinde (buğday ekim öncesi) olmak üzere toplam 3 kez 0-90 cm' den 4 derinlikte toprak örnekleri alınmış, nem tayinleri gravimetrik olarak yapılmıştır. Daha sonra bu bloklara 2 Ekim 1998 tarihinde Gün 91 ekmeklik buğday çeşidi ekilmiştir. Nem değerlerine ilişkin istatistiki analizler her toprak katmanı için ayrı ayrı yapılmıştır.

Araştırma sahasına deneme yıllarında düşen aylık yağışlar ve ortalama hava sıcaklıklarına bakıldığında 1998/99 döneminin yazında ortalamaların çok üstünde buna karşılık ilkbahar aylarında ortalamadan daha düşük yağışlar gerçekleştiği dikkati çekmektedir. Yaz dönemindeki sıcaklıklar da ortalamanın 2-3 °C üzerinde seyretmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Araştırma süresince araştırma alanında kaydedilen ve ortalama aylık yağış ve sıcaklıklar

Aylar												
Yıllar	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Yağış (mm)												
1997-98	52.1	30.9	49.2	16.0	41.5	57.7	71.8	108.0	48.7	4.3	0.0	16.1
1998-99	10.2	27.6	27.1	32.0	41.8	67.8	28.0	23.0	26.4	45.5	43.1	23.3
Ort. Yağış	29.5	37.3	40.1	38.9	24.8	31.7	39.6	45.0	25.5	11.0	10.5	11.2
Sıcaklık (°C)												
1997-98				0.2	1.5	1.5	11.6	13.7	17.4	22.2	23.1	17.3
1998-99	13.1	7.2	2.5	1.3	1.2	4.5	10.1	14.8	18.0	22.1	21.6	17.1
Ort. Sıcaklık	11.2	4.5	0.2	-2.2	-0.5	3.4	8.8	12.9	17.6	20.9	20.1	17.4

BULGULAR

1. Toprak nemi

Terawet uygulamadan önce deneme alanından alınan toprak örneklerindeki nem durumu Çizelge 2 ve 3'te verilmektedir. Bazı profillerde toprak nemi diğerlerine göre daha fazla olmakla birlikte genelde ortalama civarında bulunmaktadır. Nitekim güven sınırları dikkate alındığında örneklerin yaklaşık % 90'ının tüm derinlikler için sınırlar arasında kaldığı görülmüştür.

Çizelge 2. Terawet uygulamasından önce nadas parsellerindeki toprak nem düzeyleri, mm.

		Derinlik (cm)				
Tekerrür	Örnek	0-10	10-30	30-60	60-90	Toplam
1	1	21.2	41.5	63.9	63.7	190.3
1	2	17.9	40.6	58.4	65.9	182.8
1	3	16.0	37.8	54.0	64.6	172.4
2	1	16.1	50.2	70.2	63.2	199.6
2	2	16.0	43.4	50.9	67.5	177.8
2	3	11.6	44.2	58.3	68.8	182.9
3	1	16.9	34.7	62.4	61.9	175.9
3	2	15.6	37.3	71.7	57.3	181.9
3	3	17.5	36.6	58.1	65.8	178.1
Ortalama ±güven sınırı		16.5 ±1.9	40.7 ±3.7	60.9 ±5.3	64.3 ±2.6	182.4 ±6.3

Çizelge 3. Terawet uygulamasından önce mercimek parsellerindeki nem düzeyleri, mm.

		Derinlik (cm)				
Tekerrür	Örnek	0-10	10-30	30-60	60-90	Toplam
1	1	18.4	35.9	52.4	59.9	166.6
1	2	19.2	39.8	56.9	55.5	171.4
1	3	19.8	35.9	51.4	55.1	162.2
2	1	18.3	38.4	61.4	55.5	173.6
2	2	15.6	36.2	63.6	58.3	173.6
2	3	18.3	36.3	66.9	81.5	202.9
3	1	16.6	36.5	54.8	60.8	168.8
3	2	17.9	41.9	67.3	57.8	184.9
3	3	14.7	35.0	63.9	61.2	174.8
Ortalama		17.7	37.3	59.8	60.6	175.4
±güven sınırı		±1.3	±1.7	±4.7	±6.3	±9.3

Haziran ve Temmuz 1998 tarihli toprak örneklerinde Terawet uygulamasına bağlı olarak topraktaki nem durumu Çizelge 4 ve 5' te verilmektedir. Yaz başlarında her iki ekim nöbetindeki ölçümler toprak nemi açısından Terawet uygulamasının bir farklılığa sebep olmadığını göstermektedir. Ancak 13 kg/da'lık uygulamada kışlık mercimek parsellerinde alt derinliklerde istatistiksel olarak anlamlı olmasa da belirgin bir fazlalık göze çarpmaktadır (Çizelge 5).

Çizelge 4.Nadas tarlada Terawet uygulanan ve uygulanmayan parsellerde nem durumu, 23.6.1998

Terawet (kg/da)	Derinlik (cm)				
	0-10	10-30	30-60	60-90	Toplam
	Nem (mm)				
0 Kontrol	19.60	58.20	89.20	90.60	257.50
3	22.60	57.10	88.40	88.00	256.10
13	22.40	56.10	88.00	89.40	255.90
23	19.20	57.80	87.70	88.50	253.90
33	182.00	56.60	89.30	91.10	255.10
F ⁺	1.39	1.09	0.22	0.91	0.95
AOF(%5)	5.09	4.60	5.00	3.73	11.83
VK(%)	14.42	4.56	3.24	2.37	2.64

⁺F (%5) tablo değeri: 3,83

Çizelge 5. Kışlık mercimek parsellerinde Terawet uygulanan ve uygulanmayan parsellerde nem durumu, 7.7.1998

Terawet (kg/da)	Derinlik(cm)				
	0-10	10-30	30-60	60-90	Toplam
	Nem (mm)				
0 Kontrol	9.50	25.50	39.90	39.40	114.20
3	8.80	25.30	39.40	39.90	113.50
13	9.80	30.60	49.10	49.50	139.00
23	9.00	27.60	40.40	39.00	116.10
33	10.30	27.90	42.10	412.00	121.50
F ⁺	0.99	1.10	1.07	1.09	1.17
AÖF(%5)	2.12	5.91	10.11	10.58	26.03
VK(%)	12.78	12.64	13.97	14.78	12.56

⁺F(%5) tablo değeri:3,83

28 Eylül 1998 tarihli buğday ekimi öncesi alınan toprak örneklerinde Terawet uygulaması ve nem durumu Çizelge 6 ve 7' de verilmektedir.

Çizelge 6. Kışlık mercimek parsellerinde Terawet uygulanan ve uygulanmayan parsellerde nem durumu, 28.9.1998

Terawet (kg/da)	Derinlik(cm)				
	0-10	10-30	30-60	60-90	Toplam
	Nem (mm)				
0 Kontrol	7.40	32.10	50.90	53.00	143.50
3	7.20	27.90	51.90	52.60	139.50
13	7.20	29.90	56.30	59.80	153.20
23	7.00	32.30	51.50	51.90	142.60
33	7.70	32.30	52.60	56.20	148.80
F ⁺	0.32	1.28	1.39	1.58	1.91
AOF(%5)	1.72	5.63	5.90	8.58	12.80
VK(%)	12.59	9.69	5.95	8.32	4.68

⁺F (%5) tablo değeri:3,83

Bu devrede ölçülen toprak nemi değerleri arasında Terawet nedeniyle oluşan bir farklılık ortaya çıkmamıştır. Ancak, kışlık mercimek parsellerinde 13 kg/da'lık Terawet uygulamasında 0-10 cm hariç diğer derinliklerde ve toplam olarak diğer uygulamalara göre bir fazlalık söz konusudur. Ayrıca 30-60 cm'lik katmanda da 13 kg/da'lık Terawet uygulaması diğerlerinden ikili (bir serbestlik dereceli) karşılaştırmada istatistiki anlamlı (%5) olarak daha fazla neme sahip olmuştur.

Çizelge 7. Nadas parsellerinde Terawet uygulanan ve uygulanmayan parsellerde nem durumu, 28.9.1998

Terawet (kg/da)	Derinlik(cm)				
	0-10	10-30	30-60	60-90	Toplam
	Nem (mm)				
0 Kontrol	11.50	46.70	77.40	82.80	218.50
3	9.10	46.60	83.30	78.50	217.40
13	11.30	47.00	82.70	85.60	226.60
23	9.80	42.50	84.90	86.20	223.50
33	10.40	36.90	93.00	85.8	226.00
F ⁺	0.90	0.64	1.64	39.88	1.73
LSD(%5)	3.45	17.66	14.25	1.66	10.48
VK(%)	17.60	21.23	8.98	1.05	2.50

⁺F (%5) tablo değeri:3,83

Nadas parsellerinde istatistiki farklılık 60-90 cm derinlikte ortaya çıkmıştır. Buna göre 3 kg/da'lık Terawet uygulaması kontrolden daha az neme sahip olmuştur. Öte yandan, diğer uygulamalar kontrolden daha fazla neme ulaşmışlardır. 30-60 cm'de 33 kg/da'lık uygulamayı içeren parselde kontrolden istatistiksel olarak da önemli olan daha fazla nem bulunmuştur.

2. Mercimek ve buğday verimleri

Toprağa Terawet uygulaması mercimek veriminde ve ölçülen verim ögelerinde istatistiki olarak herhangi bir farklılığa sebep olmamıştır (Çizelge 8).

Çizelge 8. Terawet uygulamasının kışlık mercimek verimine etkisi

Terawet (kg/da)	Kuru madde ağı. (gr/m ²)	Hasat indeksi %	Tane Verimi g/da
0 Kontrol	580.00	33.32	256.00
3	515.00	34.48	268.30
13	571.00	33.20	270.00
23	632.00	33.12	244.30
33	542.00	32.60	258.70
F ⁺	1.51	0.56	1.23
AÖF(%5)	159.02	6.54	62.26
VK(%)	15.88	11.19	13.64

⁺F (%5) tablo değeri:3,83

Mercimeği izleyen buğday verimleri ve istatistiki analiz özetleri Çizelge 9'da verilmektedir.

Çizelge 9. Mercimekten sonra ve nadasa ekilen buğdaya farklı miktarda terawet uygulamalarının verime etkileri

Terawet (kg/da)	Verim, (kg/da)		
	Mercimek/buğday	Nadas/buğday	Ortalama
0 Kontrol	216.00	231.00	224
3	216.00	215.00	215
13	240.00	234.00	237
23	221.00	223.00	222
33	221.00	226.00	224
F ⁺	0.72	2.81	
LSD(%5)	35.50	29.40	
VK(%)	8.40	6.90	

⁺F (%5) tablo değeri:3,83

Terawet uygulaması buğday verimi üzerinde her iki ekim sisteminde de etkili bulunmamıştır.

Terawet'in buğdayın bazı verim unsurlarına etkileri de araştırılmıştır. Nadasa ekilen buğdayda verim unsurları üzerine Terawet'in hiçbir etkisi olmazken mercimeği izleyen buğdayda yalnızca başaktaki tane sayısına önemli ve olumlu etkide bulunmuştur. AÖF değerleri ile karşılaştırmalarda en etkin dozun 13 kg/da olduğu ortaya çıkmakta, bunu 33 kg/da takip etmektedir. Ancak m²'deki başak sayıları istatistiki olarak bu dozda en düşük olarak ortaya çıkmaktadır. Nadas/buğday sisteminde de 13 kg/da'lık dozun başakta en yüksek tane sayısı verdiği bulunmuştur. Ancak Terawet uygulaması tane ağırlığı üzerinde etkili olamamıştır(Çizelge 10).

Çizelge 10. Terawet'in mercimeği ve nadası izleyen buğdayın verim öğeleri üzerine etkileri

Terawet (kg/da)	Nadas/buğday			Mercimek/buğday		
	Başakta Tane Sayısı	m ² 'deki Başak sayısı	1000 tane ağı.(g)	Başakta Tane Sayısı	m ² 'deki Başak sayısı	1000 tane ağı.(g)
0 Kontrol	23.70	321.00	30.60	23.90	303.00	30.00
3	23.08	304.00	30.00	23.30	334.00	28.90
13	25.02	310.00	30.40	29.40	270.00	30.60
23	28.07	264.00	30.70	22.60	340.00	28.80
33	20.00	403.00	28.20	28.20	269.00	29.80
F ⁺	2.12	2.49	1.68	4.02	2.91	0.33
AÖF(%5)	7.06	105.11	2.52	5.03	64.50	4.26
VK(%)	15.45	17.43	4.48	10.50	11.30	7.60

⁺F (%5) tablo değeri:3,83

Terawet uygulamaları ile nem düzeyleri ve verimler arasındaki ilişkiler, Terawetin genelde verimle ilişkili olmadığını ancak nadasta 10-30 cm' lik katman nemiyle ters, 30-60 cm'lik katman nemiyle doğru ve istatistiki olarak %5 düzeyinde anlamlı bir ilişkiye sahip olduğunu göstermektedir (Çizelge 11).

Çizelge 11. Farklı oranlarda Terawet uygulaması ile farklı toprak katmanlarındaki nem ve ürün verimleri arasındaki ilişkiler

Korelasyon Katsayıları (r)							
Mercimek/buğday ekim nöbeti			Toprak nemi, (mm)				
	Terawet	Verim,(kg/da)	0/10	10/30	30/60	60/90	Toplam
Terawet	1,00	0,19	0,306	0,514	0,141	0,249	0,489
Verim,(kg/da)		1,00	-0,207	-	0,961*	0,893*	0,761
Nadas/buğday ekim nöbeti							
Terawet	1,000	0,06	-0,123	-	0,903*	0,660	0,165
Verim,(kg/da)		1,00	0,962*	0,087	-0,204	0,659	0,897*

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Terawet uygulamaları nadas/buğday ve mercimek/buğday sistemlerinde nem birikimi ile buğday ve mercimek veriminde istatistiki olarak etkili olmamasına karşın, gerek profil toplamı olarak nem değerlerinde gerekse ürün verimlerinde belirli bir fazlalığa rastlanmaktadır. Özellikle 13 kg/da'lık Terawet uygulamaları bu fazlalıkta en etkin doz olarak öne çıkmaktadır. Bir serbestlik dereceli karşılaştırmalarda da kontrol ile uygulamalar arasında istatistiki farklılık gözlenmemiştir. Bu durumda söz konusu fazlalığın tesadüften ileri geldiği ortaya çıkmaktadır.

Farklı profil derinliklerinden 30-90 cm'lik katmanlarda her iki ekim nöbetinde de 13 kg/da'lık Terawet uygulaması istatistiki olarak yüksek nem seviyeleri vermektedir. Toplamda bir değişiklik olmadığı için bu fazla nem Terawet'in toprakta su geçirgenliğini artırma yoluyla suyu alt katmanlara iletmesiyle açıklanabilir.

Her ne kadar Terwvet (13 kg/da) buğdayda başaktaki tane sayısını artırmış olsa da birim alandaki başak sayısında azalmaya yol açtığından bu olumlu durum verime yansımamıştır.

KAYNAKLAR

- AWAD, F., EL-REHMAN, M.A., ASSAD, F.F., 1986. The combined effect of some soil conditioners and saline irrigation water. *Agrochimica* (1986) 30 (6) 427-438
- BEN-HUR-M, 1994. Runoff, erosion, and polymer application in moving sprinkler irrigation. *Soil Science*, 1994, 158:4,283-290.
- JHONSON, M.S., LEAH, R.T., 1990. Effects of superabsorbent polyacrylamides on efficiency of water use by crop seedlings. *Journal of the Science of Food and Agriculture* (1990).
- STERN, R., MERWE, A.J. VAN DER, LAKER M.C., SHAINBERG, I., 1992. Effect of soil surface treatment on runoff and wheat yields under irrigation. *Agronomy Journal* (1992) 84(1)114-119.
- WALLACE, A.,1987. Anionic polyacrylamide treatment of soil improves seedling emergence and growth. *HortScience* (1987) 22(5) 951. 52(3)431-434.