1. ULUSLARARASI
ANADOLU
ŞEKER PANCARI
SEMPOZYUMU

1st INTERNATIONAL
ANATOLIAN
SUGAR BEET
SYMPOSIUM

1. ULUSLARARASI
ANADOLU ŞEKER PANCARI SEMPOZYUMU
1st International Anatolian Sugar Beet Symposium

20-22 Eylül 2012

www.anadolusekersemp2012.org • www.anatoliansugarsymp2012.org

Bu kitap Garanti Bankası'nın katkılarıyla hazırlanmıştır.

Şeker Pancarı Su İlişkileri

Ali ÜNLÜKARA[1]

Email: unlukara@gmail.com

Özet

İki yıllık bir bitki olan şeker pancarı (*Beta vulgaris L.*) şeker üretimi amacıyla tek yıllık olarak üretilmekte ve en çok su tüketen bitkiler arasında yer almaktadır. Buna karşın tek yıllık üretimde kuraklığa duyarlı çiçeklenme döneminin bulunmaması, uzun bir vejetatif döneme sahip olması, yüksek osmotik ayarlama kapasitesi ve derin bir köklenme sistemine sahip olması nedeniyle aynı zamanda şeker pancarının kuraklığa karşı ve tuzluluğa karşı daha toleransını artırmaktadır. Toprakta derinlere inebilen depo kök sistemine sahip olmasından dolayı drenajı iyi, havadar toprakları seven şeker pancarı, yüksek su tablasından zarar görmektedir. Aşırı sulamalar şeker pancarında bitki hastalıklarının yayılmasına ve verim düşüşlerine neden olduğu gibi şeker kalitesinin düşmesine de neden olmaktadır. Su stresi şeker pancarında yaprak oranını ve depo kök gelişimini azaltmaktadır. Topraktaki elverişli nemin atmosferin buharlaşma talebini karşılayamadığı dönemlerde yaprak solgunluğu şeklinde gözlenebilen su stresi günün uzun bir kısmında görülmesi durumunda yapraklarda karbonhidrat üretimi düşmekte ve dolayısıyla depo kök gelişimi ve sakaroz depolama hızı düşmekte, üretken yaprak ömrü azalmaktadır. Bitki su ihtiyacının tam olarak karşılandığı optimum yetiştirme şartlarında şeker pancarından en yüksek düzeyde kök verimi alınırken köklerde şeker oranı da artmaktadır. Bu çalışmada, şeker pancarını eksik ve aşırı sulama zararlarından korumak, tuzluluğun neden olacağı verim düşüşlerini en aza indirmek, hastalıkların yayılımını ve zararını engellemek ve yüksek şeker oranına sahip verimli şeker pancarı üretimini sağlamak için ana faktör olan su ve şeker pancarı ilişkileri ile sulama yönetimi hakkında bilgiler verilmeye çalışılmıştır.

Anahtar kelimeler: Şeker pancarı, sulama, su tüketimi, su stresi, tuzluluk

Şugar Beet and Water Relationships

Abstract

Biennial plant sugar beet (*Beta vulgaris L.*) is grown for one year for the purpose of sugar production, and is among the one of the most water consuming plants. However, without a sensitive flowering period and the ability of its higher osmotic adjustment and deep rooting systems contribute to the drought and salinity hardiness of sugar beet. Since its deeper tap rooting system, sugar beet needs well drained and well aerated soils. High water table may be harmful for the plant. Excess water applications not only enhance many root diseases of sugar beet but also decreased sugar purity in the tap root. Water stress due to deficit irrigations depressed leaf ratio and tap root growth. During the period that available soil water couldn't meet atmospheric water evaporation demand, if dehydrated or wilted leaf because of water stress lengthen out, carbohydrate production in leaf reduced so tap root growth and sucrose storing ratio and productive leaf life also reduced. Under the suitable conditions that plant water need meet completely, sugar beet not only produced the highest root yield but also has higher sugar ratio in its tap root. In this study, it is effort to inform about relations between water and sugar beet and about irrigation management for the purpose of prevent of harmful effects of deficit or excess irrigation, depress of yield lost due to salinity, incidence and damage of diseases and obtained of higher sugar beet production with higher sucrose content.

Keywords: Sugar beet, irrigation, water consumption, water stress, salinity

[1] Erciyes Üniversitesi Seyrani Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Kayseri/Türkiye

GİRİŞ

Şeker pancarı, tohum üretimi için 2 yıllık bir süreye ihtiyaç duymaktadır. Şeker üretimi için ise 1 yıllık bir süre yeterli olmaktadır. En çok su tüketen bitkiler arasında yer alan şeker pancarı, kuraklığa karşı toleranslı bir bitkidir. Şeker pancarının suya karşı en hassas olduğu dönem, çimlenmeyle başlayan gelişme döneminin ilk ayıdır. Derin bir kök sistemi, bitki içerisinde osmotik ayarlama yapma kapasitesi, suya karşı hassas çiçeklenme dönemi bulunmayan uzun bir vejetatif döneme sahip olması, bu bitkinin kuraklığa ve tuzluluğa dayanımına katkı sağlamaktadır. Pancar, duyarlı fide dönemi dışında tuzluluğa karşı çok toleranslı bir bitkidir. Derin ve iyi drenajlı topraklar, seker pancarının derin köklenme sistemine uygundur. Şeker pancarı su işgallerinden kötü şekilde etkilenmekte fakat 1 m derinlikte su tablasını tolere edebilmektedir [1]. Kökleri hasat edilen bir bitki olması, tüm vejetatif gelişme evresinde köklerinin gelişmesi ve öğleden sonra su stresinin en aza indirilmesi önem arz etmekte olduğundan dolayı maksimum şeker pancarı üretimi için, orta derecede hava sıcaklığına sahip uzun bir gelişme dönemi uygun olmaktadır [2]. Tohumlar 5 °C te çimlenebilmesine karşın etkili çimlenme için minimum 7-10 °C dikkate alınmaktadır. Vejetatif dönemde yüksek sıcaklıklar tercih edilmektedir. Yüksek şeker verimi alınması için vejetatif gelişme dönemi sonrasında gece sıcaklıklarının 15-20 °C ve gündüz sıcaklıklarının 20-25 °C arasında olması istenilmektedir. Bu dönemde 30°C ten daha yüksek sıcaklıklar şeker verimini büyük oranda düşürmektedir [3].

Dünya şeker üretiminin yaklaşık %40'ını şeker pancarı sağlamaktadır [3, 4]. Büyük miktarlarda şeker bitki yapraklarında oluşmaktadır. Bu şekerin büyük bir kısmı vejetatif dönemde bitki gelişimi için kullanılmaktadır. Vejetatif gelişmenin yavaşladığı son dönemde üretilen şekerin büyük bir kısmı köklerde depolanmaktadır [3]. Nitekim bir araştırmada [5] pancarın Ağustos sonlarına kadar yaprak alan indeksi (LAI) artmış ve sonra yaşlı yapraklar kururken toprak üstü aksamın gelişme hızı azalmıştır. Yeteri kadar sulama yapılan pancarlarda yaş kök verimi Haziran-Eylül arasında hızlıca artış göstermiş ve en yüksek kök verimi artışının Temmuz ortalarından Ağustos sonlarına kadar olduğu belirlenmiştir.

Bitki depo köklerinin hızlı büyümesiyle birlikte köklerdeki şeker konsantrasyonu kararlı bir değere ulaşmaktadır. İklim, bitkiye sağlanan su ve azot gübresi tarafından şeker oranı birinci derecede etkilenmektedir. Ekim normu ve bitki çeşidi tarafından da şeker oranı bir dereceye kadar etkilenmektedir. Taze pancar depo köklerindeki şeker oranı genellikle %15 ten daha yüksektir [3].

Pancarda brüt şeker, birim alandan alınan verim ile yüzde şeker oranının çarpılmasıyla bulunmaktadır. Fakat pancar içerisindeki amino-azot, sodyum ve potasyum gibi yabancı maddeler pancardan elde edilebilir şeker oranını düşürmektedir. Bu nedenle elde edilebilir şeker yüzdesinin belirlenmesinde yabancı madde oranı veya indisi (Yabancı madde oranı (%)= 3.5 Na + 2.5 K + 9.5 amino-azot) dikkate alınmaktadır. Yabancı madde oranı eşitliğinde sodyum (Na), potasyum ve amino-azot konsantrasyonları milyonda kısım (ppm) birimi ile ifade edilmektedir. Ayrıca şeker ekstresinin melasa dönüştürülmesi sırasında da kayıplar oluşmaktadır (Melas dönüşüm kaybı= Yabancı madde oranı /11000). Sonuçta elde edilebilir şeker yüzdesinin hesaplanmasında aşağıdaki eşitlik kullanılmaktadır [6]:

$$Elde\ edilebilir\ şeker\ (\%) = \frac{\%Şeker - 0.60 - Melas\ dönüşüm\ kaybı}{\%Şeker} \times 100$$

Sulama Açısından Önemli Şeker Pancarı Gelişme Dönemleri, Bitki Katsayıları ve Bitki Su Tüketimi

Pancar ekimden sonra 25-35 gün içerisinde çimlenerek 4 yapraklı hale gelmektedir. Çimlenme-çıkış dönemi olarak adlandırılan bu dönemden sonra pancar hızla vejetatif gelişme göstermekte ve bu gelişmesi 32 yapraklı oluncaya kadar sürmektedir. Bu aşamadan sonra toprak üstü aksamı gelişimi yavaşlamakta hatta ölen yapraklar

nedeniyle bitkinin üst aksamında hasada doğru azalmalar söz konusu olmamaktadır. Pancar henüz 16 yapraklı iken kök gelişimi de başlamakta ve hasada kadar kök gelişimi sürmektedir. Sakaroz şekeri konsantrasyonu Haziran ve Temmuzda hızlı bir artış göstermekte ve suyun yeterli olması durumunda Temmuz ayından hasada kadar sakaroz artış hızı hemen hemen sabit kalmaktadır.

Sulama açısından şeker pancarı için 4 farklı gelişme dönemi bulunmaktadır: 1) Çimlenme-çıkış ve fide dönemi, 2) Gelişme dönemi, 3) Orta dönem ve 4) Son dönem. Toplam gelişme süresi ve her bir dönemin uzunluğu iklim şartlarına göre değişmektedir. Değişik iklim şartlarında 155 gün ila 255 gün arasında yetiştirilmektedir. Örneğin Akdeniz iklim şartlarında pancarın Mayıs ayında ekim yapıldığı yerlerde çimlenme-çıkış ve fide dönemi 25 gün, gelişme dönemi 35 gün, orta dönem 50 gün, son dönem 50 gün ve toplam gelişme dönemi 160 gündür. Yine Akdeniz iklim şartlarında fakat Kasım ayında ekim yapılan yerlerde çimlenme-çıkış ve fide dönemi 45 gün, gelişme dönemi 75 gün, orta dönem 80 gün, son dönem 30 gün ve toplam gelişme dönemi 230 gün olmaktadır [7]. Pancar bitki su tüketiminin tahmin edilmesinde aşağıdaki eşitlik kullanılabilmektedir:

$$ET_C = K_C \times ET_o$$

Eşitlikte ET_C pancar bitki su tüketimi veya evapotranspirasyonu (mm), K_C bitki katsayısını ve ET_O referans evapotranspirasyonu (mm) göstermektedir. Pancar için bitki katsayıları bitkinin su tüketiminde etkili olan özelliklerini içinde toplamıştır ve çimlenme-çıkış, orta dönem ve son dönem için sırasıyla $K_{Cbaşlangıç}$= 0.35, K_{Corta}= 1.20 ve K_{Cson}= 0.70-1.0 şeklinde verilmektedir. Son dönemi yağışlı geçen yerlerde veya sulamalara devam edilen yerlerde Kc katsayısı 1.0 alınmaktadır. Gelişme dönemi bitki katsayısı, bitki gelişimi nedeniyle sürekli değişmektedir. Bitki gelişimine uygun şekilde 0.35-1.20 arasında uygun bir katsayı alınmaktadır. Bitki katsayıları bitki özelliklerinden kaynaklanan faktörleri temsil etmekle birlikte farklı iklim şartları altında kısmen değişmektedir. Bu katsayılar şeker pancarı yetiştirilen alan için belirlenmemiş ise yukarıda verilen katsayılar şartlara göre uyarlanarak kullanılabilmektedir [7].

Referans evapotranspirasyon (ET_O) değeri yetiştiricilik yapılan yerlerde bitkiden atmosferin talep ettiği buharlaştırma miktarını göstermektedir. Hesaplamasında en düşük ve en yüksek sıcaklıklar, en düşük ve en yüksek bağıl nem, rüzgar hızı ve güneşten gelen enerji miktarı kullanılmaktadır. Ayrıca denizden olan yükseklik dikkate alınarak hava basıncıda hesaba katılmaktadır. ET_O hesaplanmasında ayrıntılı bilgi "Referans Evapotranspirasyon Eşitli" adlı eserde bulunabilir [8].

Orta dönem bitki katsayısının oldukça yüksek olması ve hasada kadar bitki katsayısının yüksek kalması pancarı fazla su tüketen bitkilerden yapmaktadır. Rakımı 1128 m olan Bushland/Texas'ta yapılan 4 yıllık çalışmada yeteri kadar sulanan pancarlar ortalama 1234 mm su tüketirken [6] yine aynı yerde yapılan 7 yıllık çalışmada ise ortalama 1182 mm su tüketmiştir [9].

Şeker Pancarı Sulamalarının Programlanması

Şeker pancarı verimi ile iyi fide gelişimi arasında sıkı bir ilişki bulunmaktadır. Şeker pancarının suya karşı en hassas olduğu dönem, çimlenmeyle başlayan gelişme döneminin ilk ayıdır. Genellikle şeker pancarı tohumları 2.0-3.0 cm gibi bir derinliğe ekilmektedir [3, 2]. Çimlenmeyi garantilemek, canlı iyi bir fide gelişimi sağlamak için çimlenme ve fide aşamasında hafif sulamalar yapılması konusunda genel bir fikir birliği bulunmaktadır [5]. Bu nedenle yağışların yetersiz olduğu yerlerde çimlenme ve fide oluşumu esnasında toprakta bulunan nemin toplam yarayışlı nem düzeyinin %50'inden daha düşük olmaması gerekmektedir. Bu dönemde normal iklim şartlarında yüksek nem tutma kapasitesine sahip topraklarda haftada 1 kez, düşük su tutma kapasitesine sahip kumlu topraklarda ise 2-3 günde bir kez bitkinin hafif şekilde sulanması önerilmektedir [2]. Hafif sulamalar ile çimlenme aşamasında toprağın ilk 10-15 cm si, fide

aşamasında ise ilk 25 cm si tarla kapasitesi seviyesine gerilmektedir. Daha fazla su uygulanması, bitki besin maddelerinin aşağıya yıkanmasına, toprağın soğumasına, çimlenme ve fide gelişim aşamasının uzamasına neden olmaktadır.

Pancarın toprak üstü aksamının yeterince gelişimini sağlamak ve fotosentez işlemini sınırlandırmamak amacıyla yaprak turgorunu korumak için orta dönem esnasında toprak suyu elverişli bir düzeyde korunmalıdır. Bitki gelişimi için uygun toprak suyunun bulunması, son 4 ila 6 haftalık döneme göre orta dönemde önemlidir [5]. Şeker pancarı toprakta kullanılabilir nemin %60'ını tüketinceye kadar su stresi yaşamadan toprak suyunu kolay şekilde alabilmektedir [7]. Derin topraklarda 2 m ye kadar kök salmasına karşın tükettiği suyun %90'ını ilk 1 m toprak derinliğinden almaktadır. Bu nedenle sulamalar esnasında ilk 90-100 cm kök bölgesi toprak neminin tarla kapasitesi nem düzeyine getirilmesi yeterli olacaktır. Bitkinin büyük oranda gelişmesini tamamlamasından sonra başlayan dönemden hasada kadar bitkinin sulama zamanına karar verilirken ilk 90 cm kök bölgesindeki toplam kullanılabilir toprak neminin tüketilme oranına bakılır. Toplam kullanılabilir nemin %60'ı tüketildiğinde sulamalar yapılır. Eğer bu dönemde bitki günlük olarak 5-6 mm den daha fazla su tüketiyor ise toplam kullanılabilir nemin %50 si tüketilince sulamaların yapılması iyi olacaktır. Pancar gelişiminin ilk aşamasında kazık kök gelişimi yavaştır ve ilk ayda bitki kökleri toprakta 15-23 cm gibi bir derinliğe inebilmektedir [10, 11, 12]. Bitki tam örtü geliştirdiği orta dönemde ise 90-100 cm kadar bir etkili kök derinliğine sahip olmaktadır. Fide aşaması ile orta dönem arasında kalan gelişme döneminin başlangıcında etkili kök derinliği 25 cm alınır ve bitki geliştikçe artırılarak gelişme döneminin sonlarında 90 cm ye kadar çıkarılır.

Bu şekilde bitki su ihtiyacı tam olarak karşılanarak zamanında yapılan sulamalar sonucunda bitkiden en yüksek şeker ve kök verimi alınmaktadır. Bilinçli veya bilinçsiz olarak yapılan eksik veya aşırı sulamalar bitkide verim kayıplarına ve diğer bir takım sorunlara neden olmaktadır. Ancak yapılan araştırmalar sonucunda pancarın son döneminde sulamaların hasattan 3-4 hafta önce kesilmesiyle oluşan toprak ve su stresinin şeker (sakroz) üretimini önemli şekilde azaltmamasından dolayı su tasarrufunu artırdığı belirlenmiştir. Fakat söküm yapılırken toprakta pancar kökünün kırılması nedeniyle oluşacak kayıpların önüne geçmek için toprağın yeteri kadar nemli olması gerekmektedir [13].

Yeteri Kadar Sulama, Kısıtlı Sulama ve Aşırı Sulamaların Şeker Pancarı Üzerine Etkisi

Yeterli su bulunamaması nedeniyle şeker pancarının su ihtiyacının tam olarak karşılanamadığı şartlarda sudan zorunlu tasarruf edilmesi gerekmekte ve bilinçli olarak eksik veya kısıtlı sulamalar yapılmaktadır. Pancara eksik su verilerek bitkinin su stresine maruz bırakılması nedeniyle oluşan kök veya şeker verimi kaybı, su stresinin şiddetine göre değişmektedir. Su stresi nedeniyle bitki su tüketiminin %22 oranında azaldığı noktaya kadar meydana gelen şeker ve depo kök verimi kaybı daha düşük oranda gerçekleşmektedir. Örneğin bitki su tüketimi %10 azaldığında kök verimi yaklaşık %5 azalırken, bitki su tüketimi %20 azaldığında kök verimi yaklaşık %11 azalmaktadır. Bitkilerin kuraklığa karşı toleransının bir göstergesi olarak verim tepki faktörü yaygın olarak kullanılmaktadır. Verim tepki faktörü ne kadar küçük olursa (K_Y<1)bitki kuraklığa karşı toleranslı kabul edilirken verim tepki faktörünün yüksek olması (K_Y>1)bitkinin su eksikliğine karşı duyarlı olduğunu göstermektedir. Düşük su stresi şartlarında pancarın verim tepki faktörü (K_Y) şeker verimi için K_Y= 0.6 ve depo kök verimi için ise K_Y= 0.7'dir.

Ancak su stresi şiddetlendikçe bitkinin tükettiği su miktarının düşmesiyle birlikte verim kaybı artmaktadır. Bitki su tüketimi yaklaşık olarak %55 oranında azaldığında şeker verimi yaklaşık %48 ve kök verimi %46 oranında azalmaktadır. Dolayısıyla şiddetli su stresi şartları altında şeker

verimi için verim tepki faktörü K_Y= 1.0 ve kök verimi için K_Y= 1.1 düzeyine çıkmaktadır [3].

Yeterli sulamayla sıra üzeri 15 cm ve sıra arası 75 cm ekim en yüksek kök verimi ve şeker verimi sonucunu doğurmaktadır [6, 14, 9]. Geniş aralıklı ve seyrek ekim, yeteri kadar sulanan şeker pancarında depo kök verimini ve şeker oranını düşürmektedir [15, 16, 13, 17]. Yeterli sulama şartlarında sık aralıklı ekim birim alandan alınan verimi artırmaktadır. Kısıtlı su uygulama şartlarında seyrek aralıklı ekime nazaran sık aralıklı ekim daha fazla verim vermesine karşın su stresi şiddetlendikçe sık aralıklı ekimin verim üstünlüğü giderek azalmaktadır [6]. Kısıtlı su şartlarında bazı diğer bitkilerde uygulandığı gibi birim alandaki bitki sayısı azaltılarak pancarda daha yüksek verim alınamamaktadır. Üstelik şeker verimi ve kalitesi düşmektedir. Bu nedenle kısıtlı sulama şartlarında birim alandaki bitki sayısı azaltılmamalıdır.

Şeker pancarında su stresi yaprak oranını ve depo kök gelişimini azaltmaktadır [18, 19]. Sulamanın kesilmesinden 2-3 hafta sonra artan su stresi yaprak alan indeksini azaltmaya başlamaktadır [5]. Toprak kururken, topraktan bitkiye doğru taşınan su hızı ve bitkide suyun yer değiştirme hızı düşmektedir. Toprak su yarayışlılığı daha fazla düştüğü zaman bitki su stresi yaşamaya başlamakta veya evapotranspirasyondaki (ET) artış, suyun bol olduğu zamana göre bitki gelişimini azaltmaktadır. Şeker pancarında, su stresi ilk önce günün en yüksek ET kısmında yaprakların solgunluk göstermesiyle görülmektedir. Sonra, bitkinin su talebi, toprak su yarayışlılık oranıyla eş düzeye indiğinde bitki yeniden suyunu kazanmaktadır. Şayet yaprak solgunluk dönemi tüm günün küçük bir kısmında gerçekleşiyor ve solgunluk gösteren yapraklar gece tamamen diriliyor ise, su stresinin kök verimine etkisi düşük kalmaktadır. Su stresi ve bunun sonucunda yaprak solgunluğu günün daha uzun bir döneminde meydana geldikçe, yapraklarda karbonhidrat üretimi düşmekte ve dolayısıyla kök gelişimi ve sakaroz depolama hızı azalmaktadır. Stres tek başına yaprakların görünüşünü hafif şekilde azaltmakta fakat dökülmeden önce yaprakların üretken ömürlerini önemli oranda kısaltmaktadır [20].

Farklı sulama uygulamaları şeker oranı üzerinde önemli olmayan küçük değişimlere neden olmaktadır [21]. Farklı sulama oranları pancar kök verimini, yabancı madde indeksini ve sakaroz ekstresini etkiler iken sakaroz konsantrasyonunu ve bilinen sakaroz kaybını etkilememektedir [22]. Yabancı madde indeksinin 400 değerinden düşük olması istenmektedir çünkü bu değer %94 elde edilebilir sakarozu göstermektedir. Yabancı madde indeksi 650 düzeyinde olduğunda elde edilebilir sakaroz yaklaşık %90 olmaktadır. Düşük yabancı madde indeksi artan sulama miktarıyla birlikte görülmektedir [22]. Sulama suyu miktarı arttıkça ekstre edilebilir sakaroz artmıştır.

Şeker verimi açısından yeteri kadar sulanan şeker pancarlarında su kullanım etkinliğinin kısıtlı su uygulanan pancarlara göre daha iyi olduğu fakat kısıtlı su kullanan pancarların da su kullanım etkinliğinin buna yakın olduğu yapılan bir araştırmada belirlenmiştir [9]. Bu sonuç şeker pancarının kuraklığa karşı önemli derecede toleranslı olduğunu göstermektedir. Sulama miktarının pancar için yeterli olacak sulama miktarına çıkarılmasıyla yüksek saflıkta şeker içeren pancar verimi elde edilmektedir.

Yeteri kadar su uygulanarak yetiştirilen pancarlardaki sakarozun melasa dönüştürülmesi sırasında oluşan kayıp oranı azalmakta ve melastan sakaroz şekerine dönüştürme yüzdesi artmaktadır [9]. Çünkü artan sulama ile köklerde daha az amino-azot birikmekte ve muhtemel olarak K oranı da azalmaktadır.

Şeker Pancarı Sulanmasında Kullanılan Sulama Yöntemleri ve Etkileri

Şeker pancarının sulanması için karık ve yağmurlama sulama yöntemi kullanılmakta, çok az oranda da tava sulama yapılmaktadır [3]. Son zamanlarda şeker pancarının sulanmasında damla sulama yöntemi kullanılmaya başlanmıştır.

Yağmurlama sulama ve karık sulama yönteminin şeker pancarı üretimi için karşılaştırıldığı 6 yıllık bir çalışmada, bu iki sulama yöntemi arasında fide tutumu, şeker konsatrasyonu ve kök verimi açısından önemli farklılık bulunmadığı belirlenmiştir [23]. Yağmurlama sulama sistemi altında daha az yıkama meydana geldiği için toprakta daha fazla bakiye azot kalmış ve ayrıca bitki köklerinde daha fazla oranda Na, K ve amino-N konsantrasyonu bulunmuştur. Karık sulama ise yer altı suyunda daha yüksek N konsantrasyonuna neden olmuştur. Araştırıcılar yağmurlama sulama altında daha az azot uygulanması gerektiğini belirtmişlerdir.

Yağmurlama sulama (center pivot) ve karık sulama yöntemleri ile şeker pancarında Ağustos ortalarından sonraki sulama uygulamalarının etkileri araştırılmış ve pancarın son dönemlerinde yapılan eksik ve tam sulama uygulamaları arasında şeker pancarı verimi ve şeker verimi açısından önemli bir farklılık ortaya çıkmamıştır. Bu son dönemde hiç sulama yapılmaması toplam şeker verimini %7 azaltmıştır. Şeker pancarı şeker oranlarında ise önemli bir farklılık bulunmamıştır [24].

Damla sulama yöntemiyle sulanan pancarlar karık ve yüzey altı damla sulama yöntemiyle sulanan pancarlardan daha yüksek verim sağlamıştır [25]. Çiftçilerin uyguladığı karık sulamaya nazaran toprak nemi ve kök gelişimi takip edilerek uygulanan karık sulamasında, daha yüksek verim alınmış ve su tasarrufu sağlanmıştır.

Damla sulama ile karık sulama şeker oranında bir farklılığa neden olmamasına karşın damla sulamada karık sulamaya göre %9 oranında daha fazla kök verimi ve %10 oranında daha fazla şeker verimi alınmıştır [26]. Damla sulama altında toprak üstü kısmı %31 oranında daha fazla gelişmiştir. Damla sulamanın şeker pancarı üzerine olan bu pozitif etkisi, uygulanan gübre kayıplarını azaltmasına, sonuç olarak pancarın su ve besin ihtiyacını karşılamasına atfedilmektedir. Damla sulamayla sulanan pancarlarda meyve suyunda şeker saflığı %0.91 oranında daha düşük çıkmıştır.

Bu sonuçlara göre kök verimi ve şeker verimi açısından yağmurlama sulama yöntemi ve karık sulama yöntemi arasında önemli bir farklılık bulunmamaktadır. Ancak Türkiye'de genellikle pancarın sulanmasında karık sulama yönteminden ziyade suyun göllendirilerek sulamanın yapıldığı tava sulama yöntemi kullanılmaktadır. Tava sulama yönteminden yağmurlama sulama yöntemine geçiş ile verimde artışlar görülmektedir. Damla sulama yöntemi verim artışları sağlamasına karşın gerektirdiği sulama sistemi maliyeti daha yüksektir. Bu nedenle pancar sulamasında yağmurlama sulama yöntemi ve karıl sulama yönteminin kullanımı daha avantajlı görünmektedir.

Ekim dönemleri kurak geçen yerlerde etkili bir çimlenme-çıkış ve sağlıklı diri fidelerin elde edilebilmesi için hafif sulamalar yapılması gerekmektedir. Bu nedenle böyle alanlarda yağmurlama sulama yönteminin kullanılması daha uygun görünmektedir. Çimlenme-çıkış sulamalarında toprağın kabuk bağlamamasına dikkat edilmelidir. Kabuk bağlamaya yatkın siltli topraklarda iri su damlacıkları toprağın kabuk bağlamasına neden olmaktadır. Düşük yağmurlama hızına ve küçük su damlacıklarına sahip başlıkların kullanılması önerilmekte fakat su tüketiminin yetersiz olduğu dönemlerde bu başlıklar ile su ihtiyacının karşılanamaması sorunu bulunmaktadır. Bu tür sorunların görülebileceği yerlerde düşük ve yüksek su uygulama kabiliyetine sahip su püskürtme memeleri değiştirilebilen başlıklar tercih edilmelidir.

Sulama Suyu ve Toprak Tuzluluğunun Şeker Pancarına Etkisi

Şeker pancarı tuzluluğa karşı toleranslı bitkiler sınıfında yer almaktadır. Toprak tuzluluğu 7.0 dS/m eşik düzeyine ulaşana kadar şeker pancarında verim kaybı söz konusu olmamaktadır. Eşik tuzluluk değeri aşıldıktan sonra ise her birim toprak tuzluluğu artışı için verim %5.9 oranında azalma göstermektedir. Dolayısıyla %50 verim kaybının oluşması için toprak tuzluluğunu yaklaşık 15 dS/m düzeylerinde olması gerekmektedir [27].

Pancar arpa ve pamuktan sonra tuzluluğa karşı en toleranslı bir bitki olmasına karşın fide aşamasında ise tuzluluğa karşı duyarlıdır [28, 29, 2].

Bu nedenle tuzlu topraklarda çimlenme ve fide aşamasında toprak tuzluluğunun kontrol altında tutulması yararlı olacaktır. Böyle topraklarda ekim öncesi sulamalar ile bitki kök bölgesi su içeriğinin artırılması önerilmemektedir. Böylelikle çimlenme ve fide aşamasında yapılacak sulamalar ile yüzeydeki tuzun aşağı doğru yıkanması sağlanmış olur. Aksi halde toprak yüzeyi kurudukça aşağı toprak katmanlarından yüzeye doğru tuz taşınması gerçekleşebilir [2]. Bitkinin yapraklarından da tuz almaması ve yaprakların zarar görmemesi için tuzlu sulama sularının yağmurlama sulama yöntemiyle de uygulanmaması yararlı olacaktır. Tuzlu sularla sulama yapılacak ise karık sulama yöntemi tercih edilmelidir. Aşırı tuz birikimi önlemek için karıklar uygun olarak şekillendirilmelidir.

Sulama suyu kullanımına göre arıtılmış atık belediye sularının sulamada kullanımı, pancarda daha fazla verim sağlamaktadır [25].

Şeker Pancarı, Sulama ve Azot

Giriş kısmında da verildiği gibi pancarda amino-azot bulunması, yabancı madde indisinin artmasına ve dolayısıyla elde edilebilir şeker oranının azalmasına neden olmaktadır. Yapılan araştırma sonuçlarına göre pancara aşırı azot uygulanması hasat edilen köklerde şeker oranını ve toplam şeker verimini azaltmakla birlikte toplam kök veriminde önemli düşüşlere neden olmamıştır [5]. Aşırı azot uygulamasıyla yaprak alan indeksi (LAI), toprak üstü kuru madde verimi ve bitki tarafından azot alımı artmıştır. Dolayısıyla aşırı azot uygulamaları pancarda amino-azot miktarını artırmaktadır.

Pancar sulamasında farklı oranda su uygulamaları ile azot kullanım etkinliği değişmektedir. Yeteri kadar yapılan sulamalarda elde edilen kök verimi başına azot kullanımı veya azot kullanım oranı daha düşüktür. Eksik sulama uygulamalarında eğer azot oranı düşürülmez ise pancardaki şeker safiyeti bozulmaktadır [9]. Su stresi hem pancar kökünde hem toprak üstü kısmında azot alımını azaltmaktadır [5]. Bu nedenle bitki ihtiyacı kadar sulama ve azot gübrelemesi en iyi sonucu vermektedir.

Sonuç

1- Pancarda en yüksek kök verimi ve şeker verimi, bitki su ihtiyacının tam olarak karşılanması ve sulamaların zamanında yapılmasıyla alınmaktadır. Bitki gelişiminin son dönemlerinde ihtiyaç duyulan suyun eksik verilmesi durumunda sudan önemli tasarruflar sağlanabilirken kök veriminde çok az kayıplar meydana gelmektedir.

2- Bitki su ihtiyacının tam olarak karşılanması ve sulamaların zamanında yapılabilmesi için Nötron metre, tansiyometre ve TDR (Time Domain Reflectometer) gibi nem ölçümü yapan cihazlar ile toprak nemi takip edilmeli ve toplam kullanılabilir suyun izin verilen kısmı tüketilmeden önce sulamalar yapılmalıdır. Nem ölçüm cihazları kullanılamıyor ise FAO 56 Penman-Monteith yöntemi gibi yaygın ve doğru su tüketimi tahmini yapan yöntemler kullanılarak su tüketimleri tahmin edilmeli, toprak su bütçesi yardımıyla sulama zamanları ve uygulanacak su miktarları belirlenmelidir.

3- Bitki su ihtiyacı zamanında ve kafi derecede karşılanarak yapılan sulamalarla yetiştirilen pancarların şeker kalitesi yüksek olmakta, pancardan melasa dönüştürmede ve melastan şekere dönüştürmede meydana gelen kayıplar azalmakta dolayısıyla elde edilebilir şeker oranı artmaktadır.

4- Sulamada kullanılan sulama yöntemleri bitki köklerindeki şeker oranını etkilememektedir. Ancak şeker kalitesi etkilenmektedir. Modern sulama yöntemleriyle birlikte artan su uygulama etkinliği nedeniyle kök bölgesinden aşağıya su kayıpları azalmakta ve dolayısıyla azot kayıpları da azalmaktadır. Modern sulama uygulamalarında alışılageldiği gibi azot kullanılması durumunda yüksek azot alımı nedeniyle şeker kalitesi düşmektedir. Bu yöntemlerle daha az miktarda azotlu gübre kullanılmalıdır. Damla sulama

yöntemi pancarda verim artışları sağlamasına karşın maliyetinin yüksek olması nedeniyle pancarın sulanmasında karık ve yağmurlama sulama yöntemi daha avantajlı görülmektedir.

5- Kısıtlı sulama uygulamaları depo köklerdeki şeker oranını etkilememektedir. En yüksek şeker verimi bitki su ihtiyacının tamamen karşılandığı ve sulamaların bitkinin strese girmeden yapıldığı uygulamalardan elde edilmektedir. Son dönemde suyun eksik verilmesiyle köklerdeki şeker oranı artmakta ancak bu artış köklerin düşük toprak nem şartlarında su kaybetmesinden kaynaklanmaktadır. Tarladan toplamda alınan şeker verimini etkilememektedir. Şeker pancarının nispeten kuraklığa karşı toleranslı olması nedeniyle kısıtlı su şarlarında sınırlı bir bölgede bitki su ihtiyacı tam karşılanarak sulama yapılması yerine eksik sulamalar yapılarak daha büyük alanda şeker pancarı yetiştirilmesi yoluna gidilmelidir. Bu şekilde alandan daha yüksek pancar verimi alınmaktadır.

6- Kısıtlı su şartlarında bazı diğer bitkilerde uygulandığı gibi birim alandaki bitki sayısı azaltılarak pancarda daha yüksek verim alınamamaktadır. Üstelik şeker verimi ve kalitesi düşmektedir. Bu nedenle kısıtlı sulama şartlarında birim alandaki bitki sayısı azaltılmamalıdır.

7- Aşırı sulamalar pancarda hastalıklara davetiye çıkarttığı gibi su ve besin maddesi kayıplarına neden olmakta, üretim maliyetini artırmakta ve çevre kirliliğine neden olmaktadır. Ayrıca aşağı toprak katmanlarında biriken azot, pancar gelişiminin son döneminde pancar tarafından alınarak şeker kalitesinin düşmesine de neden olabilmektedir. Pancar hastalıklarından korunmak için aşırı sulamalardan kaçınılması gerektiği gibi hafif su stresi uygulanması hastalıkların yayılımının engellenmesi açısından yararlı olmaktadır.

8- Şeker pancarının fide dönemi dışında tuzluluğa karşı toleranslı olması nedeniyle kalitesi düşük yüksek tuzluluğa sahip suların veya drenaj suların sulamada kullanılmasına imkan vermektedir. Ayrıca arıtılmış şehir atık sularının sulamada kullanılması pancar veriminde artışlara neden olmaktadır.

9- Şeker pancarı üretiminde fazla azot uygulamaları bitki verimini artırmadığı gibi şeker oranını ve şeker verimini azaltmaktadır. Farklı sulama yöntemleri altında bitkinin azot ve su kullanım etkinliği değiştiği için farklı sulama yöntemleri için uygun azot dozlarının bilinmesine ihtiyaç vardır. Uygun azot dozları bilinmiyor ise bölgede yaygın olarak kullanılan azot dozları, modern sulama yöntemlerine geçildiğinde azaltılarak uygulanmalıdır.

Kaynaklar

[1]. Dunham R.J., 1993. Water use and irrigation. In: Cooke D.A., Scott R.K. (Ed.), The sugar beet crops. Science into practice. Chapman & Hall, London, p. 279-309.

[2]. Martin E.C., Stephens W., Widenfeld R., Bittenbender H.C., Beasley J.P., Moore J.M., Neibling H. and Gallian J.J., 2007. Sugar, oil and fiber. In: Irrigation of Agricultural Crops, ASA-CSSA-SSSA, Madison, Wisconsin, USA, 279-335.

[3]. Doorenbos J., Kassam A.H., 1986. Yield response to water. FAO Irrigation and Drainage Paper 33, Rome.

[4]. Abdel-Hadi et al. 2002, Journal of Soil Science, 42 (4): 643-658.

[5]. Carter J.N., Jensen M.E. and Traveller D.J., 1980. Effect of Mid- to Late- Season Water Stress on Sugarbeet Growth and Yield. Agronomy Journal, 72: 806-815.

[6]. Winter S.R., 1989. Sugarbeet Yield and Quality Response to Irrigation, Row Width and Stand Density. Journal of Sugar Beet Research, 26 (1): 26-33.

[7]. Allen, R.G., L.S. Pereria, D. Raes and M. Smith, 1998. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56, Rome.

[8]. Allen R.G., Walter I.A., Elliott R.L., Howell T.A., Itensifu D., Jensen M.E., Snyder R.L., 2005. Reference Evapotranspiration Equation. ASCE Publications, Virginia, USA.

[9]. Winter S.R., 1988. Influence of Seasonal Irrigation Amount on Sugarbeet Yield and Quality. Journal of Sugar Beet Research, 25 (1): 1-10.

[10]. Scott R.K. and Jaggard K.W., 1993. Crop physiology and agronomy. In: Whitney E.D., Duffus J.E. (Ed.). The Sugar beet crop. Science into practice. Chapman and Hall, London, p. 179-237.

[11]. Wright J.L. and MaliseloM., 1990. Evapotranspiration and yield of sugar beet as influenced by limited irrigation. In: Agronomy abstracts, ASA, Madison, WI, USA, p.25

[12]. Neibling H., Tindall T.A., Hockema J.E. and Fallen C., 1996. Optimum irrigation/nitrogen fertility for improved yield and sugar content of sugarbeet. ASAE paper No. PNW96-112. American Society of Agricultural Engineering, St. Joseph, MI, USA.

[13]. Erie L.J., and French O.F., 1968. Water management of fall planted sugar beets in Salt Rİver Valley of Arizona. Trans. ASAE 11: 792-795.

[14]. Hills F.J., 1973. Effects of spacing on sugar beets in 30 inch and 14-26 inch rows. Journal of American Society Sugar Beet Technology, 17: 300-308.

[15]. Dillon M.A., Schmehl W.R., 1971. Sugarbeet as influenced by row width, nitrogen fertilizer and planting date. . Journal of American Society Sugar Beet Technology, 16: 585-594.

[16]. Herron G.M., Grimes D.W., Finkner R.E., 1964. Effect of plant spacing and fertilizer on yield, purity and chemical constituents and evapotranspiration of sugar beets in Kansas. I. Yields of roots, purity, percent sucrose and evapotranpiration. . Journal of American Society Sugar Beet Technology, 12: 686-698.

[17]. Robinson F.E. and Worker Jr. G.F., 1969. Plant density and yield of sugar beets in an arid environment. Agronomy journal, 61: 441-443.

[18]. Johnson W.C., Davis R.G., 1971. Growth patterns of irrigated sugarbeet roots and tops. Agronomy Journal, 63: 649-652.

[19]. Milford G.F.J., Pocock T.O., Riley J., 1985b. An analysis of leaf growth in sugar beet. III: Leaf expansion in field crops. Annual Appl. Biology, 106: 187-203.

[20]. Milford G.F.J., Pocock T.O., Riley J., 1985a. An analysis of leaf growth in sugar beet. II: Leaf appearance in field crops. Annual Appl. Biology, 106: 173-185.

[21]. Carter J.N., Pair C.H., Westermann D.T., 1975. Effects of irrigation method and late season nitrate-nitrogen concentration on sucrose production by sugarbeets. . Journal of American Society Sugar Beet Technology, 18: 332-342.

[22]. Reichman G.A. Doering E.J., Benz L.C., Follett R. F., 1977. Effects of water table depth and irrigation on sugarbeet yield and quality. . Journal of American Society Sugar Beet Technology, 19: 275-287.

[23]. Eckhoff J.L.A., Bergman J.W., Flynn C.R., 2005. Sprinkle and Flood Irrigation Effects on Sugarbeet Yield and Quality. Journal of Sugar Beet Research, 42 (1-2): 19-30.

[24]. Yonts C.D., Palm K.L., Reichert D.L., 2003. Late Season Irrigation Management for Optimum Sugarbeet Production. Journal of Sugar Beet Research,40 (1-2): 11-16

[25]. Hassanli A.M., Ahmadirad S., Beecham S., 2010. Evaluation of the influence of irrigation methods and water quality on sugar beet yield and water use efficiency. Agricultural Water Management, 97: 357-362.

[26]. Selim E.M., Elsirafy Z.M., Taha A.A., 2010. Effect of Irrigation Methods and N-applications on the Utilization of Nitrogen by Sugar Beet Grown under Arid Conditions. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 4 (7): 2114-2124.

[27]. Maas E.V., Hoffman G.J., 1977. "Crop salt tolerance-current assessment." ASCE Journal of Irrigation and Drainage Division, 103 (IR2): 115-134.

[28]. Fransois L.E. and Gooding J.R., 1972. Interaction of temperature and salinity on sugar beet germination. Agronomy Journal, 65: 272-273.

[29]. Mccree K.J., 1987. Salt increases the water use efficiency in water stressed plants. Crop Science, 27: 543-547.