

# BITKİLERİN SU GEREKSİNİMLERİNİN AZALTILMASI

Dr. T. A. MANSFIELD  
Lancaster Üniversitesi  
Biyolojik Bilimler Bölümü

Ürün bitkilerinin çok kez gereksinmelerinden çok su tüketmeleri dünyanın kurakça bölgelerinde büyük bir sorundur. Su, bitkilerin o yapraklarda açıp kapayabildikleri küçük gözenekler (stomalar) yoluyla uçar. Bitki fizyologları, suyu koruma olanağı olarak bu küçük gözeneklerin boyutlarına yapay (sunî) olarak kontrol altına almanın yollarını arıyorlar.

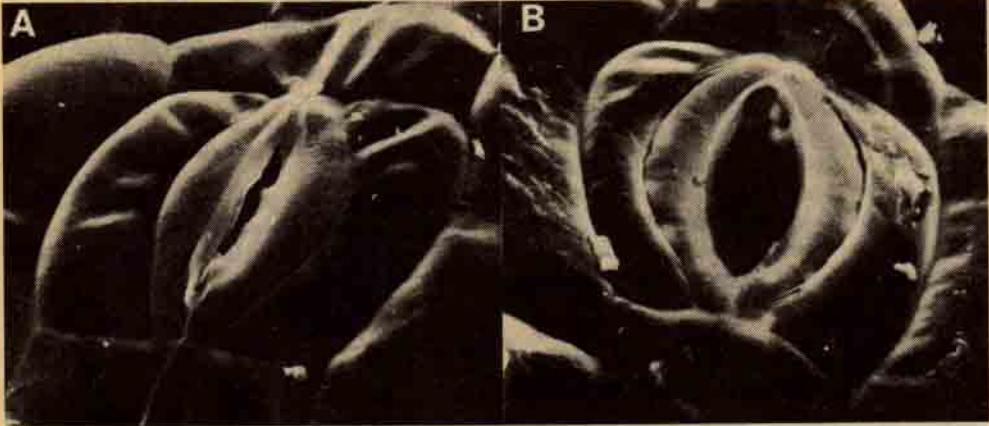
Doğal olarak dünyanın en verimli tarımsal bölgeleri, yeterince sık yağmur alan bölgelerdir. Ekinin yetişmesi için yağmurun yeterli olmadığı yerlerde, çok kez, sulamadan yararlanma olanağı vardır; nitekim, son on yılda hızla çoğalan nüfus nedeniyle, besin maddesi isteği arttığından bu olanağa fazlasıyla başvurulmuştur.

Ancak güvenli ve tutumlu şekilde ürün yetiştirme sorunları, her zaman sadece sulama yoluyla çözümlenemez. Bitkilerin su gereksinmelerini azaltmak için bir seçeneğe ve belki de tamamlayıcı bir çözüme başvurmak gerekir. Bunun nasıl başarılabileceğini anlamak için,

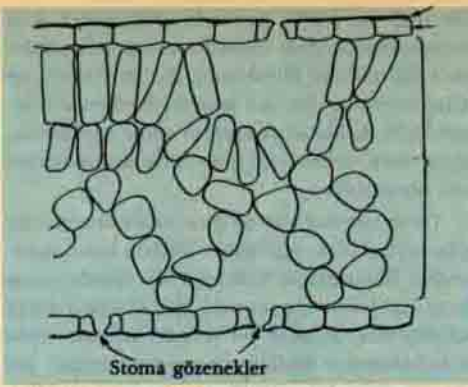
bitkilerin nasıl ve ne için su tükettiklerini düşünmek gerekir.

Karbon dioksitin karbon hidrat elde etmek üzere kimyasal olarak dönüştürüldüğü fotosentez süreci bitkilerin yetişmesi için gerekli maddelerden çoğunun sağlanmasına yardım eder ve bu süreç, eninde sonunda, dünya yüzünde bütün yaşantının bağlı olduğu süreçtir. Karbon hidratlarla karbonhidratlardan öteki organik bileşiklerin elde edilmesi aslında bir hazır enerji depolama yoludur. Kara bitkileri bu enerjiyi, güneş ışığını emip, klorofille öteki pigmentleri kullanarak elde ediyor. Bu bitkilerin geniş yaprakları da gereği kadar güneş radyasyonu alıyor.

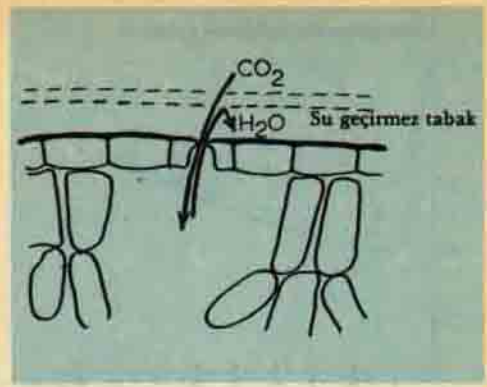
Karbon dioksit elde etme işinde büyük sorunlar vardır. Çünkü bu gaz, havanın sadece 10.000 de 3 bölümünü teşkil eder. Bu nedenle bitki, yapacağı emme için geniş bir yüzey alanından yararlanmak zorundadır. Bu da yüzeyleri yaprağın iç yapısı ile temasta olan birçok



Kapalı ve açık gözenekler (stoma) elektron mikroskopunda inceleme sırasında görülmektedir. Açık gözeneğin (B) boyutları yaklaşık olarak 15 X 40 mikrondur. (Fotoğraf, Stirling Üniversitesinden Dr. Colin Willmer tarafından çekilmiştir).



**Bir yaprağın iç yapısını gösteren çizgisel enine kesit; kesit fotosentezin olduğu mezofil (mesophyll) gözeleri (hücre) göstermektedir. Stomatal gözenekler epidermiste görülebilir.**



**Burada görüldüğü gibi, ter önleyen bir tabaka epidermis üzerinde ülküsel bir yüz meydana getirir ki bunun karbon dioksiti geçirmesi, ancak, su buharını geçirmemesi gerektir. Ne yazık ki mevcut gereçlerde bu ülküsel nitelikler yoktur.**

küçük hücrelerden meydana gelen iç yapı tarafından yapılır. Karbon dioksit gözelerin yüzeylerinde bulunan rutubette erir, fakat aynı zamanda su havaya uçar. Terleme diye bilinen yapraklardaki su kaybına genellikle zorunlu bir zarar gözüyle bakılır, çünkü bitkiler, havadan aynı zamanda su kaybetmeden karbon dioksit elde edemezler.

Terleme ile kaybedilen su kökler kanalıyla yeniden çekilir. Bununla beraber bazı zamanlar, terleme istekleri bunlar tarafından karşılanamaz. En üstün derecede gelişmiş kara bitkileri bütün ekinler bu ulamdan (kategoriden) dir, yaprakları hemen hemen su buharını ve karbon dioksiti geçirmeyen fakat (stoma) denilen birçok küçük gözeneğin içine gömüldüğü koruyucu bir zarla, epidermisle kaplıyarak, sorunu çözmüşlerdir. Her yaprak santimetre karesinde genellikle bu gözeneklere 5.000 ilâ 20.000 tane vardır.

Koruyucu olma nitelikleri iki özel gözeneğin koruyucu gözeneğin, genişleyip büzülmesi sonucu açılıp kapanabilmelerinden ileri geliyor. Bunlar normal olarak gündüzün, fotosentez için karbon dioksit ihtiyacı olduğu zaman açılıyor, geceyle de kapanıyorlar. Bununla beraber durum gerektiğinde gündüzün de kapanabiliyorlar; bu en son, bir bitkinin suyu azalınca oluyor.

Ürünlerin geliştirildiği özgün bitki türlerinden çoğu mesophytes, yani yapısal ve fizyolojisel olarak suyun hemen hemen hiç eksik olmadığı yerlerde yetişecek şekilde ayarlanmışlardır. Özel olarak, kuru koşullar altında, örneğin çölümsü çevrelerde yetişip yaşayan xerophyteslerin nite-

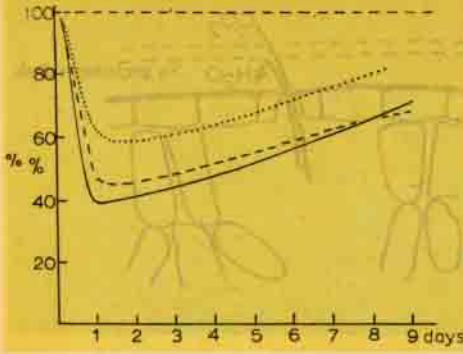
liklerine sahip değildirler. Ana besin ürünlerinden hiç biri gerçek xerophyt olan bitki türlerinden gelmemektedir. Böylece çiftçiler dünyanın kurakça yerlerinde ürün yetiştirme çabasına girişince bunu, elverişli olmayan bir çevreye sokmuş oluyorlar. Bu ürünlerde sulama, ilk akla gelen çevre islah yöntemidir. Seçenek olarak bitkiler, daha elverişsiz koşullarda yaşayabilecek şekilde değiştirilirler. Yani, aşağı yukarı, xerophytes hale getirilirler. Son yıllarda birçok ürün bilginlerinin düşünceleri, bunu sulamaya seçenek olarak görmemekle beraber, aynı paraleldedir. Daha gerçekçi olarak buna, sulamanın tamamlayıcısı bir uygulama gözüyle bakılabilir.

Xerophytes'lerin birçok yapısal özellikleri vardır ki bunların, kurak bölgelerde yaşamalarına olanak verir. Bunların yaprakları çok kez küçük olup su buharını hiç geçirmeyen sert ve balmumlu bir örtü ile kaplıdır ve mesophytes'lerde olduğundan çok daha az stomatal gözeneği vardır. Xerophyt sel nitelikleri ürün bitkilerine yapı olarak zorla vermek bakımından iki yöntem ileri sürülmüştür. Bunlardan biri yaprakların yüzünü su geçirmeyen (terlemeyi önleyen adı verilen) ince bir saydam tabaka ile kaplamak (püskürtme ile). Öteki de Stoma'ların normalde olduğu kadar fazla açılmalarını önlemek.

#### **Su Kontrolü : Büyüme Kontrolü**

Eğer yapraklar, karbon dioksiti geçiren fakat su buharını geçirmeyen ince bir tabaka ile kaplanabilseydi, bu terleme ile su kaybını önlemek

### İşlem görmeyen bitkilerin terlemesi



**Yapraklara abscisic asit ve esterleri uygulanarak arpanın terle dışarı attığı suyun korunması. Deneyin başlangıcında 0.1 millimolarlık bir eriyik bir kez uygulanmıştır. İşlem görmeyen bitkilerin terlemesi yüzde 100 gösterilmiştir. (Yazarın laboratuvarında yapılan bir deneyden Ruth J. Moulton tarafından alınan bilgiler).**

bakımından ülküsel bir şekil olurdu. Bu niteliklerde bir maddenin varlığı bilinmemektedir ve şimdiye kadar denenen bütün maddeler yaprağa giren karbon dioksit kadar (hatta daha fazla) yapraktan çıkan su buharıyla ters düşmektedir. Suyu korumak olanağı vardır, ancak fotosentezi kıyasıya azaltmak yani, gelişmeyi tam olarak durdurmak pahasına.

Bununla beraber, ter önleyen tabakanın önemli kullanma yerleri vardır. Ürünlerin gelişmesinde öyle evreler vardır ki bunlarda, fotosentezle yeni karbonhidratlar üretmek önemli değildir. Kiraz gibi meyvelerde, ürün kaldırmadan önceki, aşağı yukarı, son 10 gün süresince en önemli faktör, yeterli bir su içeriği (muhteva) tutmaktır. Terleme önleyicilerinin uygulanmasından sonra, California'da meyve büyüklüğünde yüzde 15 bir artış sağlanmıştır. Bu artış sadece fazla bir su içeriğinden ileri gelmekle beraber, tüketiciler büyük meyvelere daha istekli olduğundan, üretici daha çok para kazanır. Terleme önleyicileri bir de yetişmiş ağaçların yerini değiştirme olanağı vermektedir. Bunlar kök düzeninin tekrar yerleşmesine yetecek bir süre, yapraklardan buğulanmayı azaltmaktadırlar.

Terlemeyi önleyici tabakanın özel durumlar da aşikâr bir değeri olmakla beraber, bellibaşlı ürünlerde su tüketimini azaltma genel sorununa bir çözüm getirmemektedir. Uzun yıllar stomasal gözenerleklerin kısmen kapatılmasının yapraklar-

dan olan su kaybı üzerinde, fotosentez için bunlara giren karbon dioksitte olduğundan daha çok etkili olduğu biliniyordu. Bu da fiziksel ve karışık bir nedenden ileri geliyor. Bu demektir ki, stomaların açıklıklarını kontrol altına alabilirsek, fotosenteze ve büyüme işine fazla dokunmadan suyu koruyabiliriz.

Tarım uzmanı için terleme oranı önemli; bu oran kaybolan su ağırlığının ürünün kuru ağırlığındaki (kuru ağırlık bitkilerin bir tavada yavaş yavaş kurutulduktan sonraki ağırlıklardır.) artışa bölünüşüdür. Sulanan bir ürünün terleme oranı su kullanımının etkililik derecesine değgin yol gösterir. Eğer bu etkililik uygun bir verimlilik korunmak suretiyle artırılabilirse, terlemenin kontrol altına alınması, dünyanın kurak bölgelerindeki çiftçilere yararlı olur.

Stomaların hareketlerini kontrol altına almak 1960 yılına kadar kuramsal ve ilginç bir düşünceydi, bu tarihte birden, pratik bir olanak haline geldi. Birleşik Amerika Devletlerinde bazı araştırmacılar bir fungicide - Phenylmercuric acetate (PMA - P, M, A, Pheyl, Mercic, Acetate kelimelerinin baş harfleridir) in işleme tâbi tutulan bitki yapraklarını solmaya karşı daha dayanıklı hale getirdiğinin tesadüfen farkına varmışlardır. Çok geçmeden bunun, stomaları kapatmasından ileri geldiği anlaşılmıştır. Bunun üzerine bilim adamları tez elden bu alanda denemelere geçmişler ve PMA'nın gerçekten suyu koruduğunu görmüşlerdir.

Mısır, pamuk, arpa ve çayırın da dahil olduğu birçok ürün üzerinde yapılan deneylerden cesaret verici sonuçlar elde edilmiştir. Connecticut'da, içinde 50 ayak (15 m.) lik kırmızı çam ağaçlarının bulunduğu bir ormanda denenmiş ve Haziranla Eylül arasındaki dört dönemde acre (187 m<sup>2</sup>/ ha) başına 20.000 galon su korunmuştur. Bu, rezervar havzalarını içine alan bölgelerde, terleme önleyicileri için bitkilerle (yarı doğal çevrelerle) ilgili olarak başka bir kullanma yeri göstermektedir.

Bu cesaret verici bulgulara karşın PMA'ya artık ürünlere geniş çapta uygulanmaya elverişli bir bileşik gözöyle bakılmamaktadır. Bu metabolik bir zehir olup kullanma oranı, yapraklara fazla zarar vermemesi için dikkatle denetlenmelidir. Belki de daha önemlisi, bu bir civa bileşiği olup son zamanlarda ağır metal kirletmelerinin yarattığı tehlikeler de artık hepimizin malûmu.

Fakat PMA ile yapılan araştırma yine de boşu harcanan bir çaba olmayıp, stomasal açıklığı azaltmanın pratik değerini meydana koymaktadır. Bilim adamlarına sadece, aynı etkiyi sağlayacak daha elverişli bir başka şekil bulmak kalıyor.

1969'da önemli bir bulgu olmuş, Londra Üniversitesi'nin Wye College'inden Dr. S.T.C. Wright solan buğday yapraklarının, çok miktarda hormon, abscisic asit yaptığını görmüştür. Bu gözlem Lancaster Üniversitesinde deneylerle izlenerek, yaprakların yüzüne iyice sulandırılmış abscisic eriyikleri sürülmüştür. Bundan stomanın tam açılmasını önlemek için yaprağın yaklaşık olarak  $cm^2$ 'sine 0.01 mikrogramlık dozların کافی geldiği ve etkinin bir uygulamadan sonra 9 gün sürdüğü görülmüştür. Daha sonra hem abscisic asit hem de metil ve fenil esterlerinin arpa yapraklarından terleme ile çıkan suyun yaklaşık olarak yüzde 50'sini dokuz günü aşan bir süre için koruduğu görülmüştür. Esterler yakınları olan asitten biraz daha etkili olmuştur. Bugünkü araştırmalar, daha etkili bir bileşik bulmak üzere abscisic asitin elde bulunan bütün türevleriyle kimyasal benzerlerini denemek yolundadır.

Abscisic asit çok rastlanan bir bitki hormonu olup az ya da çok miktarlarda çoğu meyve ve sebzelerde görülür. Dolayısıyla insan perhizinin normal bir kısmını teşkil eder ve besin ürünleri üzerinde kullanılması halinde zararlı sonuçlar vermesi olası değildir. Söz konusu asitin türev ve benzerlerinin de, aynı şekilde bir tehlike teşkil etmesi olası olmamakla beraber zehirleyici etkileri bakımından hayvanlar üzerinde dikkatle denenmesi, kuşkusuz zorunludur.

Abscisic asitle türevlerini ele alan başlangıç denemelerine bugün dünyanın birçok yerinde girişilmiş bulunmaktadır. Bu denemelerden elde edilen ilk bilgiler çok umut verici olmakla beraber, söz konusu bileşiklerin normal tarımsal uygulamalarda yer bulup bulmayacağını anlamak için herhalde daha birçok yıllar geçecektir. Abscisic asitin bitkilerde stomaları kapatmaktan başka etkileri de olduğundan, olası bu yan etkilerin uygulamalarda dikkatle gözönünde tutulması gerekir. Bununla beraber şimdiye kadar, her halde stomaları kapatmak için gereken dozların çok düşük olmasından dolayı, çok az zararlı etki görülmüştür.

Şunu özellikle belirtmek gerekir ki, adına karşın, abscisic asitin yaprak düşmesinde bir rolü yoktur. Yapraklar, kuşkusuz, asitin uygulanmasından sonra düşmemektedir.

Son zamanlarda, doğal olarak oluşan başka bir bileşiğin stomaları kapatıp kapatmayacağını meydana çıkarmak için bir araştırmaya girişilmiştir. Su sıkıntısına doğal bir direnci olan tropik tane bitkisi süpürge otlarından (sorghum) parçalar hazırlanmıştır. Bu ot dış görünüşüyle mısıra



çok benzemekle beraber kurak koşullara ondan çok daha iyi dayanmaktadır.

Yaşantısını sürdürebilmesi, uzun zaman biraz da stomasının ilk su darlığı belirtisinde kapanmak suretiyle gösterdiği tepkinin çabukluğuna verilmiştir. Eğer süpürge otunda bu yüksek susuzluk dayanıklılığını kimyasal bir etmen (Fakteur) sağlıyorsa bileşiği mısıra da uygulayarak ona da aynı dayanıklılığı vermek kabil olur. İnceleme gereği gibi yürütülerek, istenen özelliklere sahip bulunduğu anlaşılan bir kimyasal madde çıkartılarak soyutlanmıştır (ancak kimliği henüz tam saptanmamıştır).

Gözenekleri kapatan etkenler, bitkileri hava kirliliği tehlikesine karşı da koruyabilirler. Hava kirleticileri yapraklara ancak içlerine girebildikleri zaman zarar vermektedirler; bu da, yani yapraklara giriş de gözenekler kapalı olduğundan çok, açıkken, çabuk olmaktadır. Abscisic asitin bir terleme önleyicisi olarak kullanıldığına değgin ilk raporları Kanada'da gören bir grup araştırmacı, bunu, bitkileri fotokimyasal "İsli sis" (Ozone) in zararlarına karşı korumayı denemişlerdir. Araştırmacıların başarıları önemli olup bu hormondan, sonunda, bitki yaşamını fotokimyasal is sisin bir sorun olduğu yerlerde de korumak için yararlanılacağı anlaşılmaktadır.

Birçok kimseler, terleme oranını düşürmenin yaprak ısı üzerinde ters etkileri olup olmayacağını soruyorlar. Suyun yapraklardan buğulaşması, kuşkusuz bunların ısı dengesini oluşturmak bakımından önemlidir, dolayısıyla, terleme önleyicileri kullanıldığı zaman, ısının yükselmesi kaçınılmaz bir haldir. Bununla beraber, bunun önemli bir sakınca yaratması olanaksız görünmektedir, çünkü sıcak iklimlerdeki birçok bitkiler, stomalarını günün en sıcak zamanında normal olarak bir ya da iki saat kapatmaktadırlar. Suyu korumak için bunların böyle yaparak ısının yükselmesine olanak vermeleri herhalde yararlı olmaktadır. Terleme önleyicileri kullanmakla stomalardaki kapanış dönemi günün bütün bölümlerine uzatılmış oluyor.

SPECTRUM'dan  
Çeviren : Nizamettin ÖZBEK