

- **İNORGANİK YETİŞTİRME ORTAMLARI**

- Yetiştirme ortamı olarak kullanılabilen değişik inorganik yetiştirme ortamlarının özellikleri aşağıda açıklanmıştır.
-
- **Kum ve çakıl:** Kum ve çakıl çoğunlukla tek başlarına kullanılmak yerine, fiziksel özelliklerini düzeltmek amacıyla peat ile karıştırılarak kullanılır.
-
- Kil ve kireç içermeyen kum ve çakıllar seyreltmeden başka ortamın kimyasal özelliklerini etkilemez.
- Kum ve çakıl arasındaki tek fark boyutlarıdır. İnce kum terimi 0.05-0.5 mm inceliğindeki kumları belirtmek için kullanılır. Peat ile karıştırılacak kumun %100' ünün 40 mesh' lik elekten, %60' ında 60 mesh' lik elekten geçmesi istenir.
- Kum ve çakıl iyi bir drenaj malzemesi olmalarına ve su tutmamalarına karşın diğer materyallerle birlikte kullanıldığında bu özellikler kullanılan materyalin cinsine bağlı olarak değişiklik gösterir.
- Kumun peatle karıştırılması kuru durumda peatin daha çok su tutmasını ve ıslanabilirliğini artırır, pH yükselmesi nedeniyle mikroelementleri ve özellikle Fe ve B alımını etkilediğinden kumdaki kireç miktarına dikkat edilmelidir.
- Kum üzerine seyreltik asit damlatmak suretiyle kumun kireç içerip içermediği belirlenebilir.
- Kumun hacim ağırlığı 1600 kg/m³ olduğundan karışıma kum ilavesinin bir amacı da onun hacim ağırlığını artırmaktır.

- **Kil:** Yetiştirme ortamının tamponluk kapasitesini ve besin maddesi içeriğini dengelemek üzere toz kil karıştırılır. Killerin KDK' leri yüksek olduğu için bitkiye yararlı P, K ve mikroelement sağlarlar. Killer agregat yerine toz halinde verilirse hava dolu boşlukları kapatacağından fiziksel özellikler üzerine olumsuz etki yaparlar. Kumda olduğu gibi, killerin de kireç içermemesine özen gösterilmelidir.

- **Genleşmiş veya yakılmış agregatlar:** Kil, kömür külü veya şistler yüksek sıcaklıklarda yakılırlarsa dayanıklı agregatlar oluştururlar. Bu agregatlar 0.3-0.7 g/cm³ gibi düşük hacim ağırlığı ile %40-50 poroziteye sahiptirler. Yetiştirme ortamlarına fiziksel özelliklerini düzeltmek amacıyla katılırlar. Bunların ortama katılmasıyla suda çözünebilir fosforda azalma, B ve Mn miktarında ise artış gözlenebilir.

- **Vermikulit:** Vermikulit mikaya benzer ve Al-Fe-Mg silikatlardan oluşmuştur. Materyal 1000 °C' de 1 dakika ısıtılarak tabakaların ayrılması sağlanır. Bu esnada mineral suyunu kaybederek genişir ve ilk hacminin 15-20 katına ulaşır bu haliyle yüksek poroziteye ve iyi bir hava-su ilişkisine sahiptir.
-
- **Vermikulitin değişik boyutları vardır.**
- İnce boyutlu olanları genellikle çimlendirme ve fide yetiştiriciliğinde kullanılır.
- Kalın boyutlu olanları 6 mm çapında ve 80 kg/m³ ağırlığındadır.
- Vermikulitin KDK' si (100-150 meq/100 g) oldukça yüksektir.
-
- Vermikulitler genellikle %5-8 yarayışlı K, %9-12 Mg içerdikleri için bunlarla hazırlanan ortamlara temel gübreleme amacıyla daha az gübre verilir.

- **Vermikulitin iki tipi vardır.**
- Birincisi zayıf asit karakterli ve pH' sı 6.0-6.8 olduğundan yetiştiricilikte genellikle tercih edilir.
- İkincisi ise fazla miktarda Mg' lu kireç taşı içerdiğinden ve pH' sı yüksek olduğundan fazla kullanılmaz. İkinci grup vermikulitin pH' sını ayarlamak üzere, eğer yavaş etkili gübreler kullanılmayacaksa, 100 g kuru vermikulit üzerine 0.68 ml %85' lik H_3PO_4 ilave edilebilir.
-
- Vermikulit Cl , NO_3 ve SO_4 gibi anyonları tutmamasına karşın PO_4^{-3} ü kuvvetle tutar ve çözünemez bileşikler oluşturur. Vermikulit amonyum iyonlarını da fikse etmektedir. Böyle bir ortama bol miktarda organik madde ya da NH_3 oluşturan gübreler ilave edilirse faydalı olur. Bu şekilde fikse edilen NH_4 bakteriler tarafından bir kaç hafta içinde NO_3 ' a dönüştürülür ve bitkiye yararlı hale geçer.
-
- Vermikulit tek başına ve uzun süre yetiştirme ortamı olarak kullanılırsa havalanma ve drenaj sorunları görülebilir. Bu nedenle peat veya perlitle karıştırılarak kullanılması tavsiye edilir.

- **Perlit:** Perlit volkanik kökenli alüminyum silikattır, öğütülüp 1000°C' de yakılırsa genişerek kapalı, yuvarlak yapılı, beyaz ve hafif agregatlar oluşturur. Oluşan agregatlar dayanıklıdır, yetiştirme ortamında kırılıp, ufalanmaz. Perlitin ortalama yoğunluğu 128 kg/m³ tür ve değişik boyutları mevcuttur. Kapalı yapısı nedeniyle suyu yalnızca yüzeyinde ve agregatlar arası boşluklarda tutar. Bu nedenle de kolay drene olur ve aşırı su tutmaz. Perlitin yarayışlı su ile solma noktası arasında tuttuğu su %7' iken vermikulitte bu değer %42' dir. Perlitteki kapillar su borucukları bitkilerin sık sık sulanmasını gerektirmez. Ortamdaki suyun alınabilirliği ortamın su tutma kapasitesine ve tane büyüklüğüne bağlıdır. Perlit içeren ortamlar genellikle daha iyi havalanırlar ve daha az su tutarlar. Bu nedenle perlit genellikle peat ile karıştırılır ve çimlendirme, fide yetiştirme ve çeliklerin köklendirilmesinde kullanılır. Ayrıca hacim ağırlığı düşük olduğu için köklenen çelik ya da fideler sökülürken daha az zarar görürler. Perlitin kimyasal özellikleri açısından ilk husus KDK' sinin yok denecek kadar az (1.5 meq/100 g) olmasıdır. Perlit %73 oranında SiO₂ ve %13 oranında alüminyum oksitlerden oluşmuştur. Bu nedenle besin maddesi de içermemektedir, perlitte yetiştirilecek bitkilerin sulama suyuna gübre karıştırılması gerekmektedir. Besin çözeltisinin pH'sı 5.0' den küçük ise bitkiler Al' dan zarar görebilirler, pH 5.0' in üstünde zararlanma görülmemiştir. Flora duyarlı bitkilerin perlitten zarar görebileceği belirtilmesine karşın perlitteki flor miktarı (17 ppm) nın süperfosfattaki flor miktar (1254 ppm) indan daha az olduğu da bir gerçektir. Flor zararı görülme ihtimaline karşı ya ortama kireç ilave edilmeli ya da kullanılan fosforlu gübrenin flor içeriği kontrol edilmelidir.

- **Kaya yünü (Mineral yün, Rock Wool):** Son yıllarda ince kaya levhaları ya da kaya yünü de domates ve salatalık yetiştiriciliğinde kullanılmaktadır. Çelik köklendirme ve fide yetiştirme amacıyla levha veya küp halinde de kaya yünü bulunmaktadır. Bu materyal büyük oranda Al silikatlar ile az oranda Ca ve Mg silikat içeren minerallerin 1500 °C' de yakılması sırasında lifler oluşturur. Eriyen bu lifler soğutulur ve bağlayıcı olarak fenolik reçine ile ıslatılır. Sıkıştırılarak şekil verilir ve kalıplar halinde kesilir.

SiO ₂	% 47	Na ₂ O	% 2
Al ₂ O ₃	% 14	K ₂ O	% 1
CaO	% 16	MnO	% 1
MgO	% 10	TiO ₂	% 1
Fe ₂ O ₃	% 8		

- Bu haliyle %97 oranında boşluk hacmine sahiptir ve bitkinin yetiştiği ortama tutunması yanında bitkiye su ve hava sağlamak amacıyla kullanılır. Hiç besin maddesi içermez. Kaya yünü, kum ve çakıl kültürü yerine kullanılmaktadır. Mineral yünler tane veya yumak halinde ve 3-6 mm çapındadır. Kaya yününün su tutan ve su iten olmak üzere iki tipi vardır. Su iten tipi suyla doymun koşullarda bile materyal içindeki köklere hava sağlamak amacıyla kullanılır.
- Kaya yünü veya mineral yün inert bir yetiştirme ortamıdır ve suni olarak üretilir. Hafif materyal olan kaya yününün ses ve ısı yalıtımı gibi çok değişik kullanım alanı bulunmaktadır. Kaya yünü genellikle sirkülesiz sistemlerde kullanılmasına karşın biberde aralıklı sirküle sisteminde de kullanılmaktadır.

- **Pomza:** Perlit gibi volkanik orijinli alüminyum silikattır, az miktarda Na K, Ca, Mg ve Fe içerir. Poroz (boşluklu) yapıya sahiptir ve bu boşluklar lavların soğuması sırasında çıkan buhar veya gaz tarafından oluşturulmuştur. Yetiştirme ortamlarının fiziksel özelliklerini düzenlemek amacıyla veya su kültürlerinde kum ve çakıl yerine kullanılır. Pomza tanecikleri dayanıklı değildir, kırılıp, ufalanabilir. Doğal olarak bulunan pomza çok az miktarda bitki besini içerir. Fakat toprak çözeltisindeki Ca, K, Mg ve P' u değişebilir şekilde tutar.

- **Zeolit:** Ayrışmış volkanik kayalardan oluşan alüminyum silikatlarıdır. Bal peteği şeklinde yapısı ve çok küçük boşlukları (0.5 nm) vardır. Bu boşluklarda tutulan K ve NH_4 bakteriler tarafından nitrata dönüştürülemez. Zeolitlerin KDK' si yüksektir ve yavaş etkili K ve NH_4 gübresi gibi işlev görürler. Yosun peat' i ve zeolitten %90-%10 oranında hazırlanmış bir ortamın KDK' si 290 meq/l' dir. Killerin tersine P fiksasyonu yapmazlar.

- Su: Bitkilerin besin maddesi ihtiyaçlarını karşılayacak oranda gübrelerin çözüldüğü besin çözeltilerinin hazırlanmasında kullanılır. Topraksız yetiştiricilikte bitkiler doğrudan bu besin çözeltilerinin içinde yetiştirilebileceği gibi toprakta yetiştiricilikte fertigasyon yolu ile de bu besin çözeltileri bitkilerin yetiştiği ortama sevk edilirler.

-

- **SENTETİK YETİŞTİRME ORTAMLARI**

- Plastik endüstrisinde üretilen köpük plastikler de bitki yetiştirme ortamlarında kullanılmaktadır. Son zamanlarda yetiştiriciler peatle birlikte köpük halindeki ya da genişmiş plastik materyalleri de kullanmaktadırlar.

-
- **Genleşmiş plastik yumaklar:** Ağır killi toprakların drenajını düzenlemek, fiziksel özelliklerini iyileştirmek amacıyla 4-12 mm çapındaki genişmiş plastik yumaklar kullanılmaktadır. Bu materyal kimyasal olarak yüksüz, ayrışmaz, sıkışmaz ve düşük yoğunluğa (20 kg/m^3) sahiptir. Toplam porozitesi %95 olmasına karşın su absorbe etmez. Tutulan su miktarını azaltarak havalanmayı kolaylaştırır. Genellikle peatle karıştırılarak kullanılır. Su ihtiyacı az bitkiler yetiştirilecekse %50, su ihtiyacı fazla bitkiler yetiştirilecekse %25 oranında karıştırılmalıdır. Besin maddesi içermediği gibi gübreden de besin maddesi adsorblamaz. Bu materyalin iki olumsuz yönünü elektrostatik durumu ve sulandıktan sonra büyük taneciklerin yüzeye hareket etmesi oluşturmaktadır.

- **Üre-formaldehit köpük reçinesi:** Genleşmiş plastik yumaklardan farkı su absorbe etme özelliğinde olmasıdır. Açık bir hücre yapısı vardır ve hacminin %50-70' i oranında su tutar. Yoğunluğu azdır ($10-30 \text{ kg/m}^3$), yumak ve levha halinde şekilleri mevcuttur. Formaldehit içeriği %25' ten azdır ama yine de kullanılmadan önce iyice havalandırılması yararlı olur. Toprakta dayanıklılığı çok azdır. Asit koşullarda yılda %15-20 oranında ayrışır ve ağırlık olarak %30' unu oluşturan N bitkiye yararlı hale geçer. Bu materyal üretim sonrası da %0.25 oranında serbest N içerir. Bu köpüğün düşük yoğunluk ve ayrışma derecesi nedeniyle açığa çıkan azot, bitki gelişmesi için yeterli değildir. Çok az oranda diğer besinler de içerir ve pH' sı 3.0' tür. Fiziksel özellikleri peat' e çok benzemesine karşın kimyasal ya da besin maddesi durumları çok farklıdır. Karışımlarda hacim esasına göre %20-50 oranında kullanılır. Almanya'da Hygromull, Amerika'da Floramull adı altında satılmaktadır.

- **Poliüretan köpük:** Poliüretandan yapılır, diğer köpükler gibi hacim ağırlığı düşüktür (12-15 kg/m³). Hacimlerinin %70' i oranında su tutarlar, pH' sı nötr'e yakındır, mikroorganizmalar tarafından ayrıştırılmaz ve besin maddesi içermez. Yumak ve küp şeklinde bulunur, bazı tipleri küp şeklinde olup üstlerinde fide dikilecek çukurlar vardır. Alt kısımlarından birbirine bağlıdırlar gerektiğinde sıra araları genişletilebilir. Suyu kolayca emer, besin maddesi içermez. Bitkilere toksik olabilecek aromatik aminler önce etanol sonra suya daldırılarak veya 100 °C' de 2 saat tutularak uzaklaştırılabilirler (Wheeler vd., 1985).

-

Fenolik reçine: Fenolik reçinelerin yoğunlukları 28 kg/m³' tür. Diğer özellikleri poliüretan köpüklere benzer.

-

- **İyon değişim reçineleri:** Suda çözünen gübrelerin topraksız ortamlarda kullanılması ile yüksek tuzluluk veya ozmotik potansiyel oluşabileceği gibi kolayca yıkanmaları da söz konusudur. Bu olumsuz koşullar, karışık katyon-anyon reçineleri kullanılarak giderilebilir. Katyon değişim reçineleri K, NH₄, Ca vb. katyonları anyon değişim reçineleri de NO₃, PO₄ vb. anyonları değişebilir şekilde tutar. Besin içermeyen reçineler yetiştirme ortamlarında hacimsel olarak %2-10 oranında kullanılırlar. Çözeltideki bir iyon reçinedeki bir iyonla yer değiştirdiğinde reçinedeki iyon çözeltiye (sulama suyu) geçer. Bu işlemin yerine gelmesi için sulama suyunun tuz içeriği 200-1200 (0.2-1.2 mmhos/cm) µmhos/cm iletkenlik verecek şekilde ayarlanmalıdır. Eğer tuzluluk 200 µmhos/cm' nin altına düşerse reçineden çözeltiye iyon geçişi az olacağı için bitki yeterince beslenemez. Karışımlarda kullanımı giderek artan bazı materyallerin kuru hacim ağırlıkları ve poroziteleri Çizelge de verilmiştir.