

# Besin çözeltilerinin Hazırlanması

# Topraksız yetiştiricilikte kullanılan besin çözeltileri

- Besin çözeltileri, topraksız yetiştiricilikte bitkiler için mutlak gerekli olan besin maddelerini bitkinin ihtiyaç duyduėu oranda ve miktarlarda içeren çözeltilerdir.
- Bitkilerin besin maddelerine olan ihtiyaçları gelişme dönemlerine göre farklılık gösterir.
- Topraksız yetiştiricilikte bitkilerin ihtiyaçlarına göre yetiştirme ortamlarında bulunması gerekli olan miktarlarda besin maddesini ayarlamak olanaklı olduğundan, toprak ortamına göre bu durum bir avantajdır

- Bitki dokuları elektronötral bir ortam olmaları sebebiyle, yetiştirme ortamlarında bulunan anyon ve katyonların dengeli olması gereklidir.
- Aksi halde bitkinin anyon veya katyon alımındaki dengesizliklere bağlı olarak yetiştirme ortamında ani pH değişimleri olabilmektedir.
- 
- Topraksız yetiştiricilikte kullanılan materyallerin tamponluk özellikleri yok denecek kadar azdır dolayısıyla ortam pH'ında yaşanacak ani değişimler bitkilerin ölmelerine sebep olabilir

- Ayrıca besin çözeltilerinde dengesiz bir dağılım gösteren besin maddeleri arasında bir takım reaksiyonlar gerçekleşerek bazı besin maddelerinin bitkiye yararlılığı düşebilir.
- Örneğin besin çözeltisinde fazla miktarda bulunan fosfor, çinko ile çökelti oluşturabilir veya besin çözeltisinde fazla oranda bulunan karbonat ve bikarbonat, demir ve çinko ile çökelti oluşturabilmektedir.
- Bu durumda besin çözeltilerinin hazırlanmasında dikkatli olunmalıdır.
- Özellikle Ca içeren çözeltiler diğer besin maddeleri ile karıştırılmadan ortama ayrı uygulanmalıdır.

- Besin çözeltilisinin oksijen içeriği kök gelişmesi için çok önemlidir ve ortamda oksijen seviyesinin genel olarak 5-8 mg/L' nin altına düşmemesi gerekir.
- Topraksız yetiştiricilikte ortam pH' sı sürekli kontrol edilerek bitkinin ihtiyaç duyduğu seviyelere ayarlanmalıdır. Geliştirilmiş sistemlerde bu işlem otomatik olarak gerçekleştirilebilmektedir.
- Ayrıca bitkilerin gelişme periyodu boyunca ortamın EC' si sürekli kontrol edilmelidir. Transpirasyonla su kaybınının fazla olduğu dönemlerde EC yükseldiğinde çözelti sulandırılarak veya bitkilerin besin maddelerini tüketimi sonucu EC düştüğünde ise besin çözeltisi ilave edilerek düzenlenebilmektedir.

Besin çözeltilerinin hazırlanmalarında, araştırma amaçlı çalışmalarda mutlaka saf su kullanılmalı, yetiştiricilik amacı ile ise şehir şebekesi, yağmur suları, kuyu suları kullanılabilir. Ancak burada dikkat edilmesi gereken bu suların içerisinde çözünmüş bulunan iyonların miktar olarak bilinmesidir. Çizelgede besin çözeltilerinin hazırlanmasında kullanılan besin maddelerinin atom ağırlıkları verilmiştir.

| Besin maddeleri | Atom ağırlığı | Besin maddeleri | Atom ağırlığı | Besin maddeleri | Atom ağırlığı |
|-----------------|---------------|-----------------|---------------|-----------------|---------------|
| N               | 14            | Fe              | 55.9          | H               | 1             |
| P               | 31            | Mn              | 54.9          | C               | 12            |
| K               | 39.1          | Zn              | 65.4          | O               | 16            |
| Ca              | 40.1          | B               | 10.8          | Si              | 28.1          |
| Mg              | 24.3          | Cu              | 63.6          |                 |               |
| S               | 32.1          | Mo              | 95.9          |                 |               |

- Besin çözeltilerinin hazırlanmasında kullanılacak olan kimyasal maddelerin %100 suda çözünebilir olması ve klor içermemesi en önemli koşuldur.
- Buna göre besin çözeltilerinin hazırlanmasında en çok kullanılan kimyasal maddelerin, kimyasal formülleri, % besin maddesi kapsamı ve formül ağırlıkları aşağıda verilmiştir.

| Kimyasal madde       | Formülü  | % Besin maddesi | Formül ağırlığı |
|----------------------|--|-----------------|-----------------|
| Nitrik asit %100     | HNO <sub>3</sub>   | 22N             | 63              |
| Fosforik asit %100   | H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>                                     | 32P             | 98              |
| Kalsiyum nitrat      | Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O               | 16.9 Ca, 11.9 N | 236             |
| Potasyum nitrat      | KNO <sub>3</sub>   | 38 K, 13 N      | 101             |
| Amonyum Sülfat       | (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                    | 21.2 N          | 132             |
| Amonyum nitrat       | NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>                                    | 35N             | 80              |
| Magnezyum nitrat     | Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O               | 9Mg, 11N        | 256             |
| Mono potasyum fosfat | KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>                                    | 28K, 23P        | 136             |
| Mono amonyum fosfat  | NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>                     | 27P, 12N        | 115             |
| Potasyum sülfat      | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                                     | 45K, 18S        | 174             |
| Magnezyum sülfat     | MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O                               | 10 Mg, 13 S     | 246             |
| Mangan sülfat        | MnSO <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O                                | 32 Mn           | 169             |
| Çinko sülfat         | ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O                               | 23 Zn           | 288             |
| Boraks               | Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> · 10H <sub>2</sub> O | 11 B            | 381             |
| Bakır sülfat         | CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O                               | 25 Cu           | 250             |
| Sodyum molibdat      | Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O                | 40 Mo           | 242             |
| Demir -EDTA %13      | Fe-EDTA  | 13 Fe           | 430             |
| Demir - DTPA %6      | Fe-DTPA  | 6 Fe            | 932             |
| Demir - EDDHA %5     | Fe-EDDHA   | 5 Fe            | 1118            |
| Potasyum bikarbonat  | KHCO <sub>3</sub>  | 39 K            | 100             |
| Kalsiyum hidroksit   | Ca(OH) <sub>2</sub>  | 54 Ca           | 74              |

- Besin çözeltilerinde miliekivalan (meq) olarak anyonların toplamı katyonların toplamına eşit olmalıdır.
- [  $(\sum \text{ANYON} = \sum \text{KATYON}) \text{ meq}$  ]
- Bu denge üzerine makro elementlerin etkisi olduğundan, hesaplamada mikro elementlerin dikkate alınması gerekmez.
  
- Besin çözeltisinde bulunan
- anyonlar,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{SO}_4$ ,
- katyonlar ise  $\text{NH}_4$ , K, Ca ve Mg' dan oluşur.

Aşağıda besin çözeltisinin hazırlanmasına ilişkin bir örnek verilmiştir. Örnek, domates yetiştiriciliği için ortamda bulunması gereken anyon ve katyonların konsantrasyonu aşağıda verildiği gibi olsun (Sonneveld, 1992).

| <u>Anyon</u>                     | <u>mmol/L</u> | <u>Katyon</u>   | <u>mmol/L</u> |
|----------------------------------|---------------|-----------------|---------------|
| • NO <sub>3</sub>                | 11.75         | NH <sub>4</sub> | 1.0           |
| • H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> | 1.25          | K               | 5.5           |
| • SO <sub>4</sub>                | 1.0           | Ca              | 3.25          |
| •                                |               | Mg              | 1.00          |
| • <b>Toplam meq/L</b>            | 15.0          |                 | 15.0          |

Bu çözelti için gerekli olan maddelerin miktarı mmol/L olarak belirlendikten sonra bunlar mg/L şekline formül ağırlıkları ile çarpılarak bu maddelerden 1 L çözeltide bulunması gereken miktarlar hesaplanır [(mmol/l x FA)= mg/L].

|  |      | Standard bileşim, mmol/l |                                |                 |                 |      |      |     |
|--|------|--------------------------|--------------------------------|-----------------|-----------------|------|------|-----|
| Kimyasal maddeler                                    |      | NO <sub>3</sub>          | H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> | SO <sub>4</sub> | NH <sub>4</sub> | K    | Ca   | Mg  |
| mmol/l   |      | 11.75                    | 1.25                           | 1.0             | 1.0             | 5.5  | 3.25 | 1.0 |
| KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>                      | 1.25 |                          | 1.25                           |                 |                 | 1.25 |      |     |
| Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O | 3.25 | 6.50                     |                                |                 |                 |      | 3.25 |     |
| NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>                      | 1.0  | 1.0                      |                                |                 | 1.0             |      |      |     |
| KNO <sub>3</sub>                                     | 4.25 | 4.25                     |                                |                 |                 | 4.25 |      |     |
| MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O                 | 1.0  |                          |                                | 1.0             |                 |      |      | 1.0 |

Besin çözeltilisinin depo edildiği tanklarda çökmeyi önlemek için aşağıda hesaplanan kimyasal maddelerden P ve Ca içerenler ayrı ayrı ortamlarda çözülerek kullanılmalıdır.

| mg/L   |      |   |       |     |
|--|------|---|-------|-----|
| $\text{KH}_2\text{PO}_4$                             | 1.25 | x | 136 = | 170 |
| $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ | 3.25 | x | 236 = | 767 |
| $\text{NH}_4\text{NO}_3$                             | 1.0  | x | 80 =  | 80  |
| $\text{KNO}_3$                                       | 4.25 | x | 101 = | 429 |
| $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$            | 1.0  | x | 246 = | 246 |

| Besin maddesi | mik.mol/l | Kullanılan kaynak   | Formül ağırlığı | Besin çöz. bulunması gereken mg/L |
|---------------|-----------|---|-----------------|-----------------------------------|
| Fe            | 40        | Fe-EDDHA  | 932             | 37.280                            |
| B             | 30        | Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> .H <sub>2</sub> O | 381             | 2.858                             |
| Mn            | 5         | MnSO <sub>4</sub> .H <sub>2</sub> O                             | 169             | 0.845                             |
| Zn            | 4         | ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O                            | 288             | 1.152                             |
| Cu            | 0.75      | CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O                            | 250             | 0.188                             |
| Mo            | 0.5       | Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O             | 241             | 0.120                             |

Mikro elementler miktar olarak çözeltilerde çok düşük düzeylerde bulunduğu için bunların çözeltilere getireceği yük ihmal edildiklerinden doğrudan hazırlanır. Diğer bir ifadeyle mikro elementler arasında anyon-kasyon dengesi aranmaz. Mikro elementlerin karışık olarak stok çözeltilerinin hazırlanması uygulamada kolaylık sağlar.