

자 료

- 관비재배를 통한 효율적인 비료사용 -

ASIAFAB Spring 2003

농업에 투자되는 대표적인 두 가지는 물과 비료이다.

최근에 알려진 관비재배(fertigation)는 이 둘을 함께 사용하는 기술로서, 농업 용수에 비료를 섞는 방법을 이용한다. 이 기술의 창시자에 따르면, 다음과 같은 다수의 장점이 있다고 한다.

- 식물의 성장, 수확 및 품질 향상
- 농업 용수의 효과적인 사용
- 염분 문제 감소
- 비료의 사용 효과 증가
- 잡초 제거 향상
- 필요 노동력 감소

o 수자원 사용의 효율

농업은 전 세계적 수자원 사용의 80%를 차지하고 있으며, 일부 국가들은 빠르게 물 부족 사태를 겪고 있다.

© 2005 by Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Addison Wesley.

30 개 이상의 국가들이 만성적인 물 부족 또는 가뭄으로 애태우고 있다. 최적의 식물 영양 상태를 유지하기 위해서는 물 사용을 더 효과적으로 줄여 나가야 한다. 다양한 음식과 사료의 공급원인 농작물의 성장에 필요한 물의 양을 수학되는 농작물을 기준으로 보면, 킬로그램 당 300~2,000 리터에 달한다.

비료는 뿌리의 깊이와 밀도는 물론, 농작물이 가뭄에 견딜 수 있는 능력도 향상시켜 주므로, “ 물 사용의 효율성(이하 WUE) ”을 높여 준다.

물과 식물의 영양분이 거의 없고, 농작물로 인해 WUE가 어려운 지역에서, 식물이 성장하는 동안에 이용 가능한 영양분을 제한 받지 않는 수준으로 높여 주는 것은 농작물 생산 증가로 이어진다.

이는 물 이용의 효율성을 향상시킴으로써 가능하다.

관수(또는 관개, irrigation)와 비료를 함께 사용하면 엄청난 시너지 효과가 있으며, 둘 중 하나만을 사용하는 것보다 수확량이 크게 늘어난다.

반대로, 많은 열대 지역의 빈약한 토양은 침식으로 인해 토양이 사라지면서 더 악화되고 있는 실정이다. 특히 유기물의 문제는 더 심각하다. 토양 침식이 영양분과 뿌려진 작물을 흘려보내는 동안에 유기 물질의 손실은 토양의 구조 뿐 아니라, 토양이 물을 간직할 수 있는 능력도 퇴화시킨다. 이 같은 문제는 식물의 영양분 공급에 중요한 역할하고 토양의 구조와 물 보존 능력도 향상시켜 주는 농가의 거름 같은 유기 물질을 사용해 해결될 수 있다.

비료가 관비재배를 통해 사용될 경우 그 효과는 80~90% 수준까지 도달 할 수 있는 것으로 알려지고 있다. 그리고 관개 용수와 함께 사용되면 75~90%에 이르는 것으로 보고되고 있다. 이런 높은 효율과 모든 기타 관비재배의 효과 덕분에, 재배자들은 이 시스템을 더 많이 채택하고 있다. 관비재배는 장점이 많을 뿐 아니라, 투자 대비 효과도 빠르다. 특히 현금화가 쉬운 농작물의 경우에는 더 그렇다.

현재까지 개발도상국에서 관개 농업은 경작지의 20%만을 차지했다. 그러나 총 농업 생산의 40%와 곡물 생산의 60%는 관개 농업을 이용해 온 것으로 집계되고 있다. 관수는 개방수로와 담수 및 경작지를 통해 이루어지는 것이 가장 일반적이지만, 이 방법의 효율성은 상대적으로 낮다.

© 2005 by Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Addison Wesley.

더 높은 효과를 지닌 관수 기법은 일반적으로 가압(여압, pressurized)형이다. 가장 효율적으로 알려진 이 형태가 바로 적수관개(또는 점적 관수, drip irrigation)이다.

이런 기법을 사용하면 높은 비용을 상대적으로 낮출 수 있게 된다. 그럼에도 앞서 많은 국가들은 물 부족에 직면해 있으며, 더 많은 양의 물이 도시와 산업 용수에 이용되고 있어 농업 용수로 이용할 수 있는 수자원의 양은 점차 줄어들고 있다. 따라서 미량 관개와 관비 재배가 바람직한 시스템으로 받아들여지고 있다. 일부 국가의 새로운 개간 지역에 유일하게 도입되고 있는 관수 시스템은 적수 관개와 관비재배 뿐이다. 적수 관개의 전 세계 성장률은 연간 14.5%이며, 적수 관개(적수 또는 소형 스프링클러) 환경에서 가능한 총 토지 면적은 3 m 헥타르로 추정된다. 적수 관개는 전 세계적으로 총 관개 지역의 2%에 불과하지만, 이와 유사한 1991년도의 통계를 보면, 그 당시에는 170만 헥타르의 부지에 불과한 것으로 나타나 적수 관개의 채택이 눈덩이처럼 불어났음을 알 수 있다. 농업 미래는 관개 용수의 효율을 높이는 방법 이외의 특별한 대안은 없어 보인다.

개발도상국에서의 관개 효율성은 2030년까지 40%에서 50%로 증가할 것으로 예상된다. 따라서 연간 3,300억 입방 미터의 물을 절약할 수 있게 된다.

UN FAO(Food and Agriculture Organization)에 따르면, 30년 안에 농작물 생산에서 관개 농업이 차지하는 비중은 47%가 될 것이라고 한다. 물 사용의 효율성을 한층 더 높이면 농업에 사용되는 수자원을 아낄 수 있다.

Norsk Hydro씨에 따르면, 여압 시스템을 잘 관리하는 것 만으로도 50%의 수자원을 아낄 수 있다고 한다.

이런 물 관리 시스템을 사용하게 되면 재생되는 물의 양에 따라 관개 용수의 양을 늘릴 수 있게 되며, 하류의 오염도 방지할 수 있다. 환경을 강조한다면 관개 지역에서 방류된 물을 모아서 하수 처리장에 보내 가용성의 비료가 강 하류나 호수 및 저수지에 유입되는 것을 막는 것이 필요하다.

① 폭넓은 지식이 필요

비록 관개(관수)는 커다란 잠재적인 장점들을 갖고 있지만 올바르게 관리되지 않는다면 쉽게 실패로 끝나 수도 있다.

[View Details](#) | [Edit](#) | [Delete](#)

이 시스템은 특히 농작물 관리와 생산성을 향상시킬 수 있지만, 높은 수준의 농경 및 기술 지식을 요구하기도 한다. IPI(International Potash Institute)가 최근 출간한 자료는 성공적인 관비 재배를 위한 기본적인 방향을 제시하고 있다.

관비재배는 기술적으로 모든 관개 시스템에 적용될 수 있다. 그러나 개방 시스템에서 각 식물에 공급되는 물과 비료의 양은 크게 변화할 수 있다. 관개 관리시 정확성의 부족은 곧 관개의 효과를 저하시키는 원인이 될 수 있다.

첫 단계는 토양 특성과 수질을 참작하여 물의 양과 끌어들이는(관수,관개) 횟수를 결정하는 것이다. 비료를 단지 물과 함께 사용할 경우, 시비는 이런 과정 이후에 계획되어야 한다. 만약 너무 많은 양의 물이 공급된다면 비료를 포함하지 않은 채 흘러가게 된다. 한편 빈약한 루트 시스템은 물 부족을 야기시켜 수확량과 생산성의 저하로 이어질 수 있다.

0 수질

많은 경우에, 관비재배의 가장 큰 제약 중 하나는 관개 용수의 낮은 수질이다.

관개 용수는 대개 알칼리성이며, 많은 양의 칼슘과 마그네슘을 포함하거나 많은 양의 나트륨과 염소를 함유하고 염분 농도가 질을 수 있다. 따라서 알맞은 비료를 선택할 때 특히 신중해야 한다.

이 같은 경우, 물에 완전히 녹는 비료만이 관비재배에 사용되어야 한다. 요소, 인산질 비료와 같은 산성 비료는 알칼리성 수질에는 이상적이다. 만약 관개 용수에 염분이 많이 함유되었을 경우에는 관비재배 체제를 신중히 계획하여 작물이 안전하게 자라고 염분이 있는 토양이 안정적인 환경이 되도록 유지시켜 주어야 한다. 관비재배의 이상적인 관리와 비료 선택 시 신중한 계획을 통해 염분이 전혀 없는 토지가 만들어질 수 있다.

영양부 공급

관비재배에 이용되는 가장 보편적인 영양분(영양소)은 질소이다. 인, 칼륨, 황, 아연, 철 같은 성분들은 질소보다는 덜 사용된다.

경험에 의하면, 질소는 토양(음이온 형태)에 흡수되지 않으며, 토양 위의 물과 함께 움직이기 때문에 스프링클러에 이상적이다.

스프링클러와 함께 사용하기에 적합한 영양분은 질소와 인 및 몇 가지 퀼레이트 미량 영양소(ZnEDTA, FeEDDHA, CuDTPA) 등으로 제한된다. 인, 칼륨 및 무기질 형태의 미량 영양소의 양이 온은 물에 용해될 수도 있다. 그러나 토양에서 움직일 수 없기 때문에, 토양 표면의 2~5 cm 정도에 쌓이게 되며, 루트 존 도처에 분포하게 된다.

다른 고려 사항을 말한다면, 용액에 혼합된 비료는 침전될 수 있다. 그리고 이런 혼합은 비료의 용해성에 변화를 끼칠 수도 있다. 산성 비료나 염화물을 포함한 비료는 금속 파이프가 설치된 장소에서 부식 작용을 일으킬 수 있으므로 이 또한 주의해야 한다.

o 암모니아

무수 암모니아는 관개 용수에 이용될 수 있지만 스프링클러 시스템에는 적합하지 않다. 무수 암모니아가 물에 주입되면, 수질의 pH(수소 이온 농도를 나타내는 지수)는 상승한다. 이로 인해 미네랄이 풍부한 물에서 칼슘과 마그네슘 탄산염은 백색으로 변하기도 하고, 수로 제방과 파이프 내부에 고체 침전물로 남을 수 있다. 이런 침전물을 방지하는 유일한 방법은 암모니아의 사용 전에 폴리인산나트륨 같은 나트륨 방지제 또는 물 연화제를 관비재 배의 수로에 주입하는 것이다. 수로 또는 수관 관개 시스템에 암모니아를 주입하는 방법은 다소 덜 귀찮기는 하지만, 침전된 칼슘 나트륨에 의해 수관이 덮여 제거가 어렵게 된다.

스프링클러 시스템에 무수 암모니아 또는 비암모니아 용액을 이용할 경우 발생하는 또 다른 주요 문제는 암모니아의 증발로 인한 손실이다.

이는 암모니아 수용액 혼합물이 스프링클러에서 발사되는 시점에서 암모니아는 토양에 도달하기 전에 증발해버리기 때문이다. 물론, 약간의 질소는 암모늄 이온으로 남아 있기는 하지만, 많은 양은 암모니아 기체 형태로 변하게 된다. 그 후에는 물이 기화하면서 암모니아 또한 대기 쪽으로 사라진다.

0 질소 용액

미국에서는 무수암모니아질산염(urea-ammonium nitrate: UAN) 용액이 질소의 사용을 효과적으로 해 준다는 이유로 인해 인기가 치솟고 있다. 질소는 관개 용수의 염분 침전과 관련이 없다.

oo

리칭으로 인한 손실은 모래를 포함한 토양에 파종하기 전에 적용하는 것에 비해 스플리트나 다양한 질소 적용에 의해 최소화된다.

o 인산질

관개 용수에 인산질 비료를 주입하는 것은 질소를 주입하는 것보다는 덜 일반화되었으며, 대부분의 농작물에는 권장할만한 방법이 아니다. 관개 용수에 인을 적용해서 발생하는 문제는 적어도 3개 정도나 된다.

이전에 ‘암모니아’ 부분에서 이미 살펴보았듯이 폴리인산암모늄을 함유한 방지제를 칼슘 및 마그네슘 물에 사용하면 침전이 발생한다.

인은 대부분 농작물의 성장 주기 중, 초기에 적용되어야 한다. 특히 일정한 인이 필요한 농작물에는 더 그러하다. 이는 처음 시기에 잠재적인 수확량 감소를 방지하기 위해서다.

관개 용수에 사용되는 인은 경작 활동에 의해 토양에 섞이지 않게 되는 한 토양 표면 위나 근처에 남아있게 된다. 비록 이런 문제가 알팔파(alfalfa)와 풀 같은 안정된 농작물의 관개(관수)에서 사소한 문제로 보일지라도 말이다.

o 칼륨과 황

일반적으로 칼륨(K)은 각 관수(10 lb/A K)에 적게 적용되어 왔다. 그리고 질소 칼륨 용액은 칼륨 소스로서 사용되어 왔다. 농부들과 비료 업자들은 이 과정이 식물의 칼륨 흡수를 촉진시켜 결과적으로 토양의 칼륨 솔루션이 많지 않은 장소에서 더 높은 수확을 거둘 수 있다고 믿었다. 이는 칼륨의 낮은 교환 가능성과 리칭 또는 큰 작물의 사용 등 때문이 다.

유황의 사용은 칼륨보다는 더 일반적이다. 유황의 주입은 섞을 뿐 아니라, 일반적으로 암모늄황산염(12%의 인, 26%의 황) 또는 암모늄황산염 용액을 사용한다. 이 유황의 캐리어는 이미 질소를 포함하고 있지만 질소 용액과 쉽게 섞일 수 있다. 이 기술의 흥미로운 점은 유황이 부족한 땅에 모래가 많으며, 토양 내에 유기 물질이 많이 없다는 것이다.

일반적으로 칼륨과 유황은 물에 어떠한 해로운 반응도 일으키지 않는다.

\$

심지어 용해가 쉬운 칼슘이나 마그네슘을 많이 함유하고 있는 경우에도 그렇다.

o 기 술

이전에 살펴보았듯이 지표 관개(surface irrigation)는 가장 일반적인 형태의 관개이다.

관개가 이루어진 전 세계 약 90%의 땅에 지표 관개가 채택되었다. 그러나 30~70%의 물은 활성 루트 존에 머물러 있다. 그러나 기술을 통해 지표 관개에 대한 물 사용의 효율성을 끌어올릴 수 있다.

예를 든다면, 골(밭고랑)이 있는 곳에 많은 양의 물이 모든 골을 끼고 표면을 빠르게 적신다면, 곧 두 번째 물의 흐름은 더 적은 양이어도 뿐리 깊이까지 토양을 적설 수 있게 된다. 이 방법은 서지 관개(surge irrigation)로 불리며, 경사가 거의 없을 정도로 균등한 높이를 갖고 있는 땅에서 플러드 관개(flood irrigation)의 효율을 크게 높여 준다.

여압 관개(pressurized irrigation) 시스템은 스프링클러 관개를 비롯해 다양한 종류로 구성되어 있으며, 손이나 뱃줄을 이용해 움직이는가 하면 과수원에서는 고정 세트 및 잎 덮개를 아래 또는 위로하여 지속적으로 관수를 하는 등 갖가지 서로 다른 스프링클러 시스템 유형을 사용한다.

마지막으로 미량 관개(micro-irrigation)라 불리는 시스템을 소개한다. 이 시스템은 작은 구경을 갖는 워터 에미터(water emitter)를 사용해 일반적으로 시간당 200 리터 이하의 느린 속도로 물을 배출한다. 이 시스템은 스프링클러 또는 미스트/포깅(mist/fogging) 시스템을 사용할 수 있다. 또한 농작물에 대한 물 공급 요구와 루트 시스템의 개발에 관련된 가장 정밀한 워터 애플리케이션을 제공하는 적수(drip) 시스템도 사용할 수 있다. 적수 관개는 스프링클러 관개에 비해 더 낮은 압력을 갖고 있으며, 다른 자동 제어 레벨과 함께 편리하게 물을 댈 수 있다. 따라서 이 시스템은 관비재배에 매우 적합하다.

o 비료 주입

시장에서는 스프링클러, 좁은 파이프 또는 사이펀 튜브(siphon tube) 관개 시스템 내에 비료 용액을 투입하는 데 적합한 많은 상용 미터-인젝터가 판매되고 있다.

\$

Nebraska 대학에서 실시된 테스트 결과를 보면, 관개 파이프 시스템에 들어가는 본래의 텁 모두는 비료 용액과 관수와의 균등한 혼합을 요구한다. 균등한 혼합을 위해서는 관개 라인의 엘보우(elbow)나 나무 앞에서 비료 솔루션을 시스템 내에 주입해야 한다. 주류의 배출 라인 내의 흐름을 자동으로 없애 주고, 화학 물질이나 비료 재료를 관개 수원에 역류하는 것을 방지해 주는 장치는 필수적이다.

♣ 당신이 스스로를 바꾸려고 할 때, 그것이 가능하나 불가능하나는 얼마나 의식적으로 자신의 행동을 선택할 수 있느냐에 달려 있다.

< 테리 쿨 희테커의 내가 내가 되는 책 중에서 >