

안녕하세요 김동이입니다. ^^

이번 국가직 재배학의 경우는 예전에 비해 지엽적인 내용 및 난도가 있는 문제들이 출제가 되었습니다. 그 예로 6, 7번(비교적 난도가 높은 문제)과 8, 16번(지엽적인 문제)을 예로 들 수 있습니다. 또한 식용작물학과 연관시켜서 풀어야 하는 문제도 출제되었습니다.

전체적으로 작년에 비해 난도가 높아진 것으로 보입니다.

앞으로는 예전보다 더 꼼꼼하게 교재를 보셔야 할 것 같습니다.

저도 전보다 더 열심히 수업 준비를 하도록 하겠습니다.

국가직 시험을 잘 치르신 분들은 그 기세를 이어서 지방직 준비도 확실하게 하시길 바라구요, 결과가 만족스럽지 못한 분들은 마음을 굳게 다잡고 부족한 부분을 확실하게 메꾸어 지방직 시험에서는 좋은 결과 얻으시길 바랍니다.

모두들 수고하셨습니다.

다시 지방직을 향해서..파이팅입니다!!!

재배학개론

- 문 1. 식물의 진화와 작물의 특징에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? 1
- ① 지리적으로 떨어져 상호간 유전적 교섭이 방지되는 것을 생리적 격리라고 한다.
 - ② 식물은 자연교잡과 돌연변이에 의해 자연적으로 유전적 변이가 발생한다.
 - ③ 식물종은 고정되어 있지 않고 다른 종으로 끊임없이 변화되어 간다.
 - ④ 작물의 개화기는 일시에 집중하는 방향으로 발달하였다.

->

(2017 김동이 재배학 p.32, 33)

* 식물의 진화

1. 유전적 변이

자연교잡과 돌연변이 때문에 자연적으로 유전적 변이(heritable variation)가 발생한다.

2. 도태와 적응

- ① 도태(selection) : 새로운 유전형 중에서 환경이나 생존경쟁에 견디지 못하는 것이다.
- ② 적응(adaptation) : 새로운 유전형 중에서 환경이나 생존경쟁에 견뎌내는 것이다.

3. 순화 (acclimation)

적응한 것들이 오래 생육하게 되면 그 생태조건에 좀 더 잘 적응하게 된다.

4. 격리 (isolation)

적응된 유전형들이 안정상태를 유지하려면 적응형 상호간에 유전적 교섭이 생기지 않아야 하는데, 이를 격리 또는 고립이라 한다.

① 지리적 격리 : 지리적으로 멀리 떨어져 있어서 상호간 유전적 교섭이 방지되는 것이다.

② 생리적 격리 : 개화기의 차이, 교잡불임 등의 생리적 원인에 의해 같은 장소에 있으면서도 유전적 교섭이 방지되는 것이다.

③ 인위적 격리 : 인위적으로 유전적 순수성을 유지하기 위해 다른 유전형과의 교섭을 방지하는 것이다.

* 작물의 발달방향

1. 작물은 발아억제물질이 감소하거나 소실되는 방향으로 발달되었다.

2. 생장에너지가 많이 저장된 대립종자로 발전하였다.

3. 종자 중의 단백질 함량은 낮아지고 탄수화물 함량이 증가하는 방향으로 발달했다.

4. 분얼(分蘖)이나 분지(分枝)가 일정 기간 내에 일시에 발생하고, **개화기는 일시에 집중하는 방향으로 발달하였다.**

5. 성숙시 종자의 탈립성(脫粒性)은 작은 방향으로, 수량은 많은 방향으로 발달하였다.

* 위의 내용들을 종합해 보았을 때 식물종은 고정되어 있지 않고 다른 종으로 끊임없이 변화되어 간다는 것을 알 수 있습니다.

문 2. 집단육종과 계통육종에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? 2

① 집단육종에서는 자연선택을 유리하게 이용할 수 있다.

② **집단육종에서는 초기세대에 유용유전자를 상실할 염려가 크다.**

③ 계통육종에서는 육종재료의 관리와 선발에 많은 시간과 노력이 든다.

④ 계통육종에서는 잡종 초기세대부터 계통단위로 선발하므로 육종효과가 빨리 나타난다.

->

(2017 김동이 재배학 p.112~114)

* 계통육종

계통육종(pedigree breeding)은 인공교배하여 F_1 을 만들고 F_2 부터 매세대 개체선발과 계통재배 및 계통선발을 반복하면서 우량한 유전자형의 순계를 육성하는 육종방법이다. **계통육종은 잡종 초기세대부터 계통단위로 선발하므로 육종효과가 빨리 나타나는 이점이 있다.** 효율적인 선발을 위해서는 목표형질의 특성검정방법이 필요하고, 육종가의 경험과 선발안목이 중요하다.

* 집단육종

집단육종(bulk breeding)은 잡종 초기세대에는 선발하지 않고 혼합재종과 집단재배를 반복한 후, 집단의 80%정도가 동형접합체로 된 후기세대에 가서 개체선발하여 순계를 육성하는 육종 방법이다. 집단육종의 이점은 초기세대에 선발하지 않으므로 잡종집단의 취급이 용이하고, 동형접합체가 증가한 후기세대에 선발하기 때문에 선발이 간편하다는 점이다.

집단재배에 의하여 자연선택(natural selection)을 유리하게 이용할 수 있으며, 출현빈도가 낮은 우량유전자형을 선발할 가능성이 높다.

* 계통육종과 집단육종의 비교

1. 계통육종은 F_2 세대부터 선발을 시작하므로 육안관찰이나 특성검정이 용이한 질적형질의 개량에 효율적이다. 그러나 선발이 잘못되었을 때에는 유용유전자를 상실하게 된다.
- 2. 집단육종은 잡종 초기세대에 집단재배를 하기 때문에 유용유전자를 상실할 염려가 적으며,** 선발을 시작하는 후기세대에는 동형접합체가 많으므로 폴리진이 관여하는 양적 형질의 개량에 유리하다.
3. **계통육종은 육종재료의 관리와 선발에 많은 시간·노력·경비가 들지만,** 육종가의 정확한 선발에 의하여 육종규모를 줄이고 육종연한을 단축할 수 있다.
4. 집단육종은 계통육종과 같은 별도의 관리와 선발노력이 필요하지 않으나, 집단재배기간 동안 육종규모를 줄이기 어렵고 계통육종에 비하여 육종연한이 길어진다.

문 3. 벼의 장해형 냉해에 해당되는 것은? 4

- ① 우수형성기에 냉온을 만나면 출수가 지연된다.
- ② 저온조건에서 규산흡수가 적어지고, 도열병 병균침입이 용이하게 된다.
- ③ 질소동화가 저해되어 암모니아의 축적이 많아진다.
- ④ **응단조직(tapete)이 비대하고 화분이 불충실하여 불임이 발생한다.**

->

(2017 김동이 재배학 p.264~265)

* 지연형 냉해

- ① 생육 초기부터 출수기에 걸쳐서 여러 시기에 냉온을 만나서 출수가 지연되고, 이에 따라 등숙이 지연되어 후기의 저온으로 인해 등숙불량을 초래하는 형의 냉해이다.
- ② 벼는 10~13°C에서 발아·생육이 개시되는데, 8~10°C이하가 되면 잎에 황백색의 반점이 생기고, 끝으로부터 위조·고사하며 분얼이 늦어지고 늦게까지 지속된다.
- ③ 출수 30일 전부터 25일 전까지의 약 5일간, 즉 벼가 생식생장기에 접어들고서 **우수형성을 할 때 냉온을 만나면 출수가 가장 지연된다.**

- 저온의 영향

- ㉠ 질소·인산·칼리·**규산·마그네슘 등의 양분흡수가 저해된다.**
- ㉡ 물질의 동화와 전류도 저해된다.
- ㉢ **질소동화가 저해되어 암모니아의 축적이 많아진다.**

㉔ 호흡이 감퇴하여 원형질유동이 감퇴·정지하여 모든 대사기능이 저해된다.

* 장해형 냉해

① 유수형성기부터 개화기까지, 특히 생식 세포의 감수분열기에 냉온으로 벼의 정상적인 생식 기관이 형성되지 못하거나, 화분방출·수정 등에 장애를 일으켜 불임현상이 나타나는 형의 냉해이다.

② 벼에서 감수분열기에 내냉성이 약한 품종은 17~19℃, 내냉성이 강한 품종은 15~17℃의 냉온을 1일 정도라도 만나면 약강(藥腔)의 바깥쪽을 둘러싸고 있는 **용단조직이 비대하고 화분이 불충실하여 꽃밥이 열리지 않으므로 수분되지 않아 불임이 발생 한다.**

③ 낮의 기온이 높으면 밤의 기온이 다소 낮아도 냉해가 회피되는 경향이 있다.

* 병해형 냉해

① **저온조건에서 벼는 증산이 감퇴하여 규산의 흡수가 적어지고, 이에 따라 조직의 규질화가 충분하지 못하여 도열병 등의 병균침입이 용이하게 된다.**

② 저온에서는 광합성이 감퇴하여 당분의 생성이 줄어드는데, 당분이 적으면 암모니아로부터 단백질의 합성이 저하되어 체내의 암모니아의 축적이 많아진다. 그러면 도열병균 등의 번식이 용이해져서 병의 발생이 많아진다.

③ 저온조건에서는 냉도열병의 경우처럼 병해의 발생이 많아진다.

문 4. 토양의 양이온치환용량(CEC)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? 4

- ① CEC가 커지면 토양의 완충능이 커지게 된다.
- ② CEC가 커지면 비료성분의 용탈이 적어 비효가 늦게까지 지속된다.
- ③ 토양 중 점토와 부식이 늘어나면 CEC도 커진다.
- ④ 토양 중 교질입자가 많으면 치환성 양이온을 흡착하는 힘이 약해진다.

->

(2017 김동이 재배학 p.178)

* 양이온치환용량(cation exchange capacity; CEC)

① 토양 100g이 보유하는 치환성 양이온의 총량을 mg당량으로 표시한 것을 양이온치환용량(cation exchange capacity; CEC)또는 염기치환용량(base exchange capacity; BEC)이라 한다.

② 토양 중에 고운 점토와 부식이 증가하면 양이온치환용량(CEC)도 증가한다.

③ 토양의 양이온치환용량(CEC)이 증가하면 NH^{4+} , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} 등의 비료성분을 흡착·보유하는 힘이 커져서 비료를 많이 주어도 일시적 과잉흡수가 억제되고, 비료성분의 용탈이 적어서 비효가 늦게까지 지속된다.

④ 토양의 양이온치환용량(CEC)이 증가하면 토양반응의 변동에 저항하는 힘, 즉 토양의 완충능력도 커진다.

* 교질입자는 보통 음이온을 띠고 있어 양이온을 흡착한다. 토양 중에 교질 입자가 많으면 치환성 양이온을 흡착하는 힘이 강해진다.

문 5. 광처리 효과에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? 2

- ① 겨울철 잎들깨 재배 시 적색광 야간조파는 개화를 억제한다.
- ② 양상추 발아 시 근적외광 조사는 발아를 촉진한다.
- ③ 플러그묘 생산 시 자외선과 같은 단파장의 광은 신장을 억제한다.
- ④ 굴광현상에는 400~500 nm, 특히 440~480 nm의 광이 가장 유효하다.

->

(2017 김동이 재배학 p. 281, 300, 302, 416)

* 연속암기와 야간조파

- ① 장일식물은 24시간 주기가 아니더라도 명암의 주기에서 상대적으로 명기가 암기보다 길면 장일효과가 나타난다.
- ② 단일식물에서는 보통 일정 기간 이상의 연속암기가 있어야만 단일효과가 나타난다.
- ③ 단일식물은 연속암기가 극히 중요하므로 장야식물 또는 장암기식물이라 한다.
- ④ 장일식물은 단야식물 또는 단암기식물이라 한다.
- ⑤ 단일식물의 연속암기의 중간에 광을 조사하여 연속암기를 소정 이하의 길이로 분단하면, 암기의 합계가 명기보다 길다고 하더라도 단일효과는 발생하지 않는다. 이를 야간조파 또는 광중단이라 한다. - 들깨는 단일식물이기 때문에 야간조파는 개화 억제 (p.300)
- ⑥ 야간조파에 가장 효과가 큰 광의 파장은 600~680nm의 적색광이다.
- ⑦ 적색광과 근적외광은 일장효과와 광발아에 동질적으로 작용한다.

* 신장 및 개화

- ① 자외선 같은 단파장의 광은 신장을 억제한다.
- ② 자외선의 투과가 적은 그늘조건에서는 도장(徒長)하기 쉽다.
- ③ 광조사가 좋으면 광합성이 촉진되어 탄수화물의 축적이 많아지고, 이에 따라 C/N율이 높아져서 화아형성이 촉진된다.
- ④ 광이 조사되는 시간, 즉 일장의 장단도 화아형성과 개화에 크게 영향을 준다.
- ⑤ 대부분의 식물은 광이 있을 때 개화하나 수수처럼 광이 없을 때 개화하는 것도 있다.

* 굴광현상

- ① 식물이 광조사의 방향에 반응하여 굴곡반응을 나타내는 것을 굴광현상(phototropism)이라고 한다.
- ② 식물의 한쪽에 광을 조사하면 조사된 쪽의 옥신(auxin)농도가 낮아지고, 반대쪽의 옥신농도가 높아진다.
- ③ 줄기나 초엽에서는 광이 조사된 옥신의 농도가 낮은 쪽의 성장속도가 반대쪽보다 낮아져서 광을 향하여 구부러지는 향광성(향일성, 굴광성; positive phototropism)을 나타내지만, 뿌리에서는 그 반대로 되는 배광성(배일성, 굴지성; negative phototropism)을 나타낸다.
- ④ 굴광현상에는 400~500nm, 특히 440~480nm의 청색광이 가장 유효하다.
- ⑤ 덩굴손의 감는 운동은 굴광성으로 설명할 수 없다.

* 양상추를 재료로 한 연구에서, 광의 파장이 600~700nm(적색광)의 범위에서는 발아가 촉진적이었고, 730nm(근적외광) 부근에서는 발아가 억제적이었다.

문 6. 잡종강세를 설명하는 이론이 아닌 것은? 3

- ① 복대립유전자설
- ② 초우성설
- ③ 초월분리설
- ④ 우성유전자연관설

->

(2017 김동이 재배학 p. 98, 111, 116)

* 타식성 작물의 근친교배로 약세화한 작물체 또는 빈약한 자식계통끼리 교배하면 그 F_1 은 양친보다 왕성한 생육을 나타내는데, 이를 잡종강세(hybrid vigor, heterosis)라고 한다. 잡종강세는 근교(자식)약세의 반대현상이라고 할 수 있다. 자식성 작물도 잡종강세가 있지만 타식성 작물에서 월등히 크게 나타난다.

잡종강세의 원인은 우성설(dominance theory)과 초우성설(overdominance theory)로 설명된다.

㉠ **우성설(BRUCE, 1910)은 F_1 에 집적된 우성유전자들의 상호작용에 의하여 잡종강세가 나타난다는 것이다.**

-> 잡종강세의 우성설은 우성유전자 연관설이라고도 부를 수 있습니다. 우성설은 완전우성이나 불완전우성이 잡종강세의 원인이라고 설명합니다. 즉, 두 교배친이 가지고 있는 우성대립인자들이 F_1 에서 함께 발현하여 불량한 열성대립인자들을 억제하기 때문에 잡종강세가 일어난다는 것입니다.

㉡ **초우성설(SHULL, 1908)은 잡종강세유전자가 이형접합체 (F_1)로 되면 공우성이나 유전자연관 등에 의하여 잡종강세가 발현한다는 것이다.**

* **복대립유전자들** 간에는 대립유전자의 기능에 의하여 완전우성·불완전우성·공우성 등이 나타난다. -> 복대립유전자들 간에도 완전우성·불완전우성·공우성 등이 나타나기 때문에 복대립유전자설은 잡종강세를 설명하는 이론이 됩니다.

-> 잡종강세의 원인을 더 추가해 보자면 우성유전자 연관설, 초우성설, 복대립유전자설 외에 유전자작용의 상승효과, 이형접합설, 세포질효과설이 있습니다.

* **교배육종의 이론적 근거는 조합육종(combination breeding)과 초월육종(transgression breeding)이다.**

조합육종은 교배를 통해 서로 다른 품종이 별도로 가지고 있는 우량형질을 한 개체 속에 조합하는 것이고, 초월육종은 같은 형질에 대하여 양친보다 더 우수한 특성이 나타나는 것이다.

-> 성숙기가 빠른 두 조생품종을 교배한 후대에서 숙기가 양친보다 더 빠른 개체가 나타나는 것을 초월분리라 하고, 이렇게 초월분리가 된 개체를 선발하여 숙기가 아주 빠른 극조생 품종을 육성하였다면 이는 초월육종의 결과입니다.

문 7. 3쌍의 독립된 대립유전자에 대하여 F₁의 유전자형이 AaBbCc일 때 F₂에서 유전자형의 개수는? (단, 돌연변이는 없음) 3

- ① 9개
- ② 18개
- ③ 27개
- ④ 36개

->

독립적인 n쌍의 대립유전자는 2ⁿ가지 배우자를 형성하여 4ⁿ개의 배우자조합을 만듦으로써 3ⁿ가지 유전자형이 생겨서 2ⁿ가지 표현형이 나타납니다.

따라서 3³은 27 이 됩니다.

이것은 교재 p. 94~96 멘델의 법칙 F₂ 유전자형을 보시면 아실 수 있지만 식으로 알아두시는 것이 좋습니다.

(p. 96 양성잡종의 유전분리 - F₁의 유전자형 WwGg일 때 F₂ 유전자형 WWGG, WwGG, WWGg, WwGg, WWgg, Wwgg, wwGG, wwGg, wwgg -> 유전자형 개수 9개 (3²))

문 8. 작물별 수량구성요소에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? 4

- ① 화곡류의 수량구성요소는 단위면적당 수수, 1수 영화수, 등숙률, 1립중으로 구성되어 있다.
- ② 과실의 수량구성요소는 나무당 과실수, 과실의 무게(크기)로 구성되어 있다.
- ③ 뿌리작물의 수량구성요소는 단위면적당 식물체수, 식물체당 덩이뿌리(덩이줄기)수, 덩이뿌리(덩이줄기)의 무게로 구성되어 있다.
- ④ 성분을 채취하는 작물의 수량구성요소는 단위면적당 식물체수, 성분 채취부위의 무게, 성분 채취부위의 수로 구성되어 있다.

->

(2017 김동이 재배학 p. 581)

* 수량구성요소

1. 곡류

곡류의 예로서 벼의 수량은 일정 면적의 수수(이삭수; panicle number) · 1수영화수(spikelet number per panicle) · 등숙비율(전체립에 대한 완전립의 백분율; percent ripened grains) 및 1립중(등숙립 1,000개의 평균입중; one grain weight) 4가지 수량구성요소의 적(積)으로 나타낼 수 있다.

$$\text{수량} = \text{단위면적당 수수} \times 1 \text{ 수영화수} \times \text{등숙비율} \times 1 \text{ 립중}$$

2. 과실

$$\text{수량} = \text{나무당 과실수} \times \text{과실의 크기(무게)}$$

3. 뿌리작물

$$\text{수량} = \text{단위면적당 식물체수} \times \text{식물체당 덩이뿌리(덩이줄기)수} \times \text{덩이뿌리(덩이줄기)의 무게}$$

4. 사탕무 등(성분채취를 위하여 재배하는 작물)

$$\text{수량} = \text{단위면적당 식물체수} \times \text{덩이뿌리의 무게} \times \text{성분함량}$$

문 9. 식물체 내 수분퍼텐셜에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? 2

- ① 매트릭퍼텐셜은 식물체 내 수분퍼텐셜에 거의 영향을 미치지 않는다.
- ② 세포의 수분퍼텐셜이 0이면 원형질분리가 일어난다.
- ③ 삼투퍼텐셜은 항상 음(-)의 값을 가진다.
- ④ 세포의 부피와 압력퍼텐셜이 변화함에 따라 삼투퍼텐셜과 수분퍼텐셜이 변화한다.

->

(2017 김동이 재배학 p. 217)

* 수분퍼텐셜의 구성

$$\text{수분퍼텐셜}(\psi\omega) = \psi_s + \psi_p + \psi_m$$

1. 삼투퍼텐셜 : 삼투퍼텐셜(ψ_s)은 용질의 농도에 따라 영향을 받는 물의 퍼텐셜에너지로 용질이 첨가될수록 감소하며 **항상 음(-)의 값을 가진다**($\psi_s = -\pi$, π : 삼투압).

2. 압력퍼텐셜 : 압력퍼텐셜(ψ_p)은 식물세포 내에서 벽압이나 팽압의 결과로 생기는 정수압에 따른 퍼텐셜에너지이며, 식물세포에서는 일반적으로 양(+)의 값을 가진다.

3. 매트릭퍼텐셜 : 매트릭퍼텐셜(ψ_m)은 교질물질과 식물세포의 표면에 대한 물의 흡착친화력에 의하여 나타나는 퍼텐셜 에너지이며, 항상 음(-)의 값을 가지고, 토양의 수분퍼텐셜의 결정에 매우 중요하다.

4. 식물체 내의 수분퍼텐셜

① **식물체 내의 수분퍼텐셜에는 매트릭퍼텐셜은 거의 영향을 미치지 않고** 삼투퍼텐셜과 압력퍼텐셜이 좌우하므로 $\psi\omega = \psi_s + \psi_p$ 로 표시 할 수 있다.

② **세포의 부피와 압력퍼텐셜이 변화함에 따라 삼투퍼텐셜과 수분퍼텐셜이 변화한다.**

③ 압력퍼텐셜과 삼투퍼텐셜이 같으면 **세포의 수분퍼텐셜($\psi\omega$)이 0이 되므로 팽만상태**가 된다($\psi_s = \psi_p$).

④ 수분퍼텐셜과 삼투퍼텐셜이 같으면 압력퍼텐셜(ψ_p)이 0이 되므로 원형질분리가 일어난다

($\psi_w = \psi_s$).

⑤ 수분퍼텐셜은 토양에서 가장 높고, 대기에서 가장 낮으며, 식물체 내에서는 중간의 값을 나타낸다. 따라서 토양 → 식물체 → 대기로 이어지는 수분의 이동이 가능하게 된다.

문 10. 춘화처리에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? 2

- ① 호흡을 저해하는 조건은 춘화처리도 저해한다.
- ② **최아종자 고온 춘화처리 시 광의 유무가 춘화처리에 관계하지 않는다.**
- ③ 밀에서 생장점 이외의 기관에 저온처리하면 춘화처리 효과가 발생하지 않는다.
- ④ 밀은 한번 춘화되면 새로이 발생하는 분얼도 직접 저온을 만나지 않아도 춘화된 상태를 유지한다.

->

(2017 김동이 재배학 p. 296~298)

* 버널리제이션에 관계하는 온도 이외의 조건

- 1. 산소 : 산소의 공급이 절대로 필요하며, **호흡을 저해하는 조건은 버널리제이션도 저해한다.**
- 2. 광 : **최아종자의 저온처리의 경우에는 광의 유무가 버널리제이션에 관계하지 않으나, 고온 처리의 경우에는 암조건이 필요하다.**
- 3. 건조 : 처리 중에 종자가 건조하면 버널리제이션효과가 감소된다.
- 4. 탄수화물 : 배아 생장점에 당과 같은 탄수화물이 공급되지 않으면 버널리제이션효과가 나타나기 힘들다.

* 분얼 및 등숙종자와 버널리제이션

- 1. 영년생의 한지형 목초의 대부분은 저온과 장일조건에서 출수하며, 대체로 봄철 장일기에 출수한다. 그런데 지난해 가을까지 분얼하여 겨울철 저온을 경과한 분얼만이 출수하고 봄철에 출현한 분얼은 저온을 경과하지 못하였기 때문에 출수하지 못한다.
- 2. **밀에서는 한번 춘화되면 새로이 발생하는 분얼이 직접 저온을 만나지 않아도 춘화된 상태를 유지한다.**
- 3. 등숙 중의 종자에 저온처리를 하여도 버널리제이션효과가 있다.
- 4. 등숙 중의 온도에 차이가 있는 지방에서 채종된 종자는 그 뒤의 생육에도 차이가 있기 때문에 채종지로서의 한 가지 조건이 된다.
- 5. 버널리제이션이 된 종자가 건조하면 그 효과가 감소되고, 약 20주일 후에는 효과가 완전히 소멸되는 경우가 많다.

* 버널리제이션의 감응부위

- 1. 저온처리의 감응부위는 생장점이다.
- 2. 가을호밀의 배를 따로 분리하여 저온처리해도 당분과 산소를 공급하면 버널리제이션효과가 발생한다.
- 3. **밀에서 생장점 이외의 기관을 저온처리하면 버널리제이션효과가 발생하지 않는다.**

문 11. 한 포장내에서 위치에 따라 종자, 비료, 농약 등을 달리함으로써 환경문제를 최소화 하면서 생산성을 최대화 하려는 농업은? 2

- ① 생태농업
- ② 정밀농업
- ③ 자연농업
- ④ 유기농업

->

(2017 김동이 재배학 p. 568)

* 친환경관련 농업의 종류

1. 자연농업 : 지력을 토대로 자연의 물질순환 원리에 따르는 농업
2. 생태농업 : 지역폐쇄시스템에서 작물양분과 병해충종합관리기술을 이용하여 생태계 균형유지에 중점을 두는 농업
3. 유기농업 : 농약과 화학비료를 사용하지 않고 원래 흙을 중시하여 자연에서 안전한 농산물을 얻는 것을 바탕으로 한 농업
4. 저투입·지속적 농업 : 환경에 부담을 주지 않고 영원히 유지할 수 있는 농업으로 환경을 오염시키지 않는 농업
5. 정밀농업 : 한 포장 내에서 위치에 따라 종자·비료·농약 등을 달리함으로써 환경문제를 최소화하면서 생산성을 최대화 하려는 농업

문 12. 같은 해에 여러 작물을 동일 포장에서 조합·배열하여 함께 재배하는 작부체계가 아닌 것은? 1

- ① 윤작
- ② 혼작
- ③ 간작
- ④ 교호작

->

(2017 김동이 재배학 p. 379, 380, 388)

* 작부체계의 뜻(cropping system)

일정한 포장에서 몇 종류의 작물을 해마다 바꾸어 재배(윤작·다모작·자유작)하거나 또는 같은 해에 여러 작물을 조합·배열하여 함께 재배(간작·혼작·교호작·주위작)하는 재배방식이다.

* 윤작

몇 가지 작물을 돌려짓기하는 것이다. 초기의 대표적인 윤작방식에는 순 3포식 농법, 개량 3포식 농법, 영국의 노포크식 윤작법이 있다. 우리나라에서는 삼국시대 초 대맥과 대두의 1년 2작과 같은 형태로 시작되었다.

* 작부체계

1. 간작 : 한 가지 작물이 생육하고 있는 줄사이(고랑사이)에 다른 작물을 재배하는 것이 간작(사이짓기; intercropping)이다. 맥류의 줄사이에 콩을 간작할 때에는 맥류가 앞작물이 되고, 콩은 간작물이 된다. 간작은 생육의 일부 기간만 함께 자라게 되며, 앞작물(맥류)에 큰 피해 없이 간작물(콩)의 생육기간을 앞으로 연장시켜 간작물(콩)의 증수를 꾀할 수 있다. 간작물의 생육을 좋게 하려면 주작물·앞작물의 품종이나 재배법을 고려해야 한다. 맥류의 단간조숙인 품종을 넓은 이랑에 재배해야 간작물인 콩에 좋다.

2. 혼작

생육기간이 거의 같은 두 종류 이상의 작물을 동시에 같은 포장에 섞어서 재배하는 것이 혼작(섞어짓기; mixed cropping)이다. 콩밭에 수수나 옥수수를 일정한 간격으로 질서 있게 점점이 혼작하면 점혼작이 되는데, 콩이 주작물이고, 수수·옥수수는 혼작물이다. 콩밭에 수수나 조 등을 질서없이 혼작하면 난혼작이 된다. 두 작물의 여러 가지 생태적 특성에 의하여 혼작을 하는 것이 따로따로 재배하는 것보다 전체 수량이 많을 때 혼작의 의미가 있다.

3. 교호작

생육기간이 비슷한 작물들을 교호로 재배하는 방식을 교호작(엇갈아짓기; row intercropping)이라고 한다. 예를 들자면 콩 두 이랑에 옥수수 한 이랑씩 재배하는 것이다. 옥수수와 콩은 각각 키가 크고 작으며, 그늘에 못 견디고 견디며, 질소질비료를 탐내고 탐내지 않으며, 지력을 수탈하고 증강하며, 산성토양에 견디고 못 견디는 등의 차이가 있다. 옥수수와 콩의 교호작은 공간의 이용을 향상시키고 지력을 유지하며 생산물을 다양화할 수 있다.

4. 주위작

포장의 주위에 포장 내의 작물과 다른 작물들을 재배하는 것을 주위작(둘레짓기)이라고 한다. 우리나라의 논두렁콩이 대표적인 예이며, 강낭콩은 주로 여름작물의 주위작으로 재배되고 있다. 참외·수박밭의 둘레에 옥수·수수 등을 심으면 방풍효과가 있다.

문 13. 벼 조식재배에 의해 수량이 높아지는 이유가 아닌 것은? 4

- ① 단위면적당 수수의 증가
- ② 단위면적당 영화수의 증가
- ③ 등숙률의 증가
- ④ 병해충의 감소

->

(2017 김동이 식용작물학 p. 213)

* 조식재배(early planting culture)

한랭지에서 중만생종을 조기에 육묘하여 조기에 이양하는 재배법이다.

출수기를 다소 앞당기므로 한랭지에서는 생육 후기 냉해의 위험을 줄일 수 있고 태풍이나 특정 병충해를 피할 수 있으며 답리작 도입을 용이하게 하나, 기본적으로는 생육기간을 늘려서

다수확을 목적으로 하는 재배법이다.

* 조기재배와 조식재배의 특징

조기재배와 조식재배는 저온기에 육묘하므로 못자리 보온에 유의해야 하고, 저온발아성이 높은 품종을 선택하는 것이 유리하다.

이들 재배는 생육기간이 연장되는 만큼 일반적으로 지력이 높은 논에서 효과적이고, 시비량도 20~30% 늘려야 한다.

* 조기재배와 조식재배의 단점

영양생장량이 많아져 식물체가 과번무되기 쉽고 병충해도 많아진다.

도복되기 쉽고 미질은 다소 떨어진다.

-> 조식재배는 평야지 1모작지대의 주된 재배형입니다. 조식재배는 중·만생 품종을 가지고 4월 중·하순부터 모를 길러 5월 중·하순에 모내기하면 8월 상·중순에는 출수를 하므로 9월 중·하순쯤 수확하게 됩니다.

조식재배는 영양생장 기간이 길어 참이삭수 확보가 유리하고, 최적 잎면적지수가 높아 광합성량이 많으며, 여름기간에 별이 좋아 여름비율이 높고 수량이 많아집니다. 조식재배는 생육기간이 길어지므로 거름(비료)주기를 잘해야 합니다.

문 14. 발아를 촉진시키기 위한 방법으로 옳지 않은 것은? 2

- ① 맥류와 가지에서는 최아하여 파종한다.
- ② 감자, 양파에서는 MH(Maleic Hydrazide)를 처리한다.
- ③ 파종 전에 수분을 가하여 종자가 발아에 필요한 생리적인 준비를 갖추게 하는 프라이밍 처리를 한다.
- ④ 파종 전 종자에 흡수·건조의 과정을 반복적으로 처리한다.

->

(2017 김동이 재배학 p. 406~408, 425, 515)

* 종자의 발아와 생육촉진처리

1. 최아 : 벼·맥류·땅콩·가지 등의 경우 발아·생육을 촉진할 목적으로 종자의 싹을 약간 틈워서 파종하는데, 이를 최아라고 한다. 벼의 조기육묘, 한랭지의 벼농사, 맥류의 만파재배, 땅콩의 생육촉진 등에 이용된다.

2. 프라이밍 : 프라이밍(priming)은 파종 전에 수분을 가하여 종자가 발아에 필요한 생리적인 준비를 갖추게 함으로써 발아의 속도와 균일성을 높이려는 것이다.

3. 전발아처리 : 전발아처리는 포장발아를 100% 되게 하기 위하여 처리하는 방법으로서, 이에는 유체파종(fluid drilling)과 전발아종자(pregerminated seed)가 있다.

4. 종자의 경화 : 불량환경에서의 출아율을 높이기 위해 파종 전 종자에 흡수·건조의 과정을 반복적으로 처리함으로써 초기 발아과정에서의 흡수를 조장하는 것을 경화(hardening)라고 한다.

5. 과산화물 : 과산화물(peroxides)은 물속에서 분해되면서 산소를 방출하여 물에 녹아있는 용존산소를 증가시켜 종자의 발아 및 유묘의 생육을 증진시킨다. 벼 직파재배시 많이 이용하는 방법으로 알려져 있다.
6. 저·고온처리 : 종자의 발아촉진을 위하여 흡수한 종자를 5~10°C의 저온에 7~10일 정도 처리하거나, 벼 종자의 경우 50°C로 예열한 뒤 물 또는 질산칼륨에 24시간 침지하기도 한다.
7. 발아촉진 물질 : GA_3 , 티오우레아(thiourea), KNO_3 , KCN , $NaCN$, DNP , H_3S , NaN_3 등은 발아촉진물질로 잘 알려져 있다.
8. 박피제거 : 강산(황산·염산)이나 강알칼리성(KOH)용액, NaOCl 또는 $CaOCl_2$ 에 종자를 담가 종피의 일부를 녹여줌으로써 경질의 종피를 약화시켜 휴면타파 또는 발아를 촉진시킨다.

* 휴면연장과 **발아억제**

일반종자는 건조해서 저장하면 발아가 억제되지만, 감자·양파처럼 건조시켜서 저장할 수 없는 것은 저장 중에 발아억제를 위하여 온도·약제· γ 선 등을 처리한다.

1. 온도조절 : 감자는 0~4°C, 양파는 1°C 내외로 저장하면 장기간 발아를 억제할 수 있다.
2. 약제처리 : **감자와 양파 등에는 MH수용액을 사용**하였으나, MH가 발암성 물질로 밝혀지면서 현재는 사용하지 않고 있다.
 - 담배의 약제 처리 : 전기콜린양액 (333ml + 물 20l)을 적심 직후에 뿌린다. 안티썩 667ml를 물 20l에 타서 적심 직전, 화아형성기, 거드랑이는 1~2cm때 뿌린다(결눈이 억제됨). 액아단 667ml를 물 20l에 타서 적심 직후 상위 5~7엽에 뿌린다.
3. 방사선 처리 : 감자·당근·양파·밤 등은 약 20,000rad 의 γ 선조사에 의해 발아가 억제된다.

* 생장억제 물질

- MH : MH(maleic hydrazide)는 생장억제물질이라기보다는 생장저해 물질이다. **감자·양파 등에서의 발아억제 효과가 크다.** 담배를 적심(摘心)한 다음 MH-30 0.5%액을 살포하면 결눈의 발육을 억제할 수 있다. 생울타리나 잔디밭에 뿌리면 생장을 더디게 한다. 당근·파·무 등에서는 추대를 억제한다.

문 15. 토양반응과 작물의 생육에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? 4

- ① 토양유기물을 분해하거나 공기질소를 고정하는 활성박테리아는 중성 부근의 토양 반응을 좋아한다.
- ② 토양 중 작물 양분의 가급도는 토양 pH에 따라 크게 다르며, 중성~약산성에서 가장 높다.
- ③ 강산성이 되면 P, Ca, Mg, B, Mo 등의 가급도가 감소되어 생육이 감소한다.
- ④ **벼, 양파, 시금치는 산성토양에 대한 적응성이 높다.**

->

(2017 김동이 재배학 p. 197)

① **토양 중의 작물양분의 가급도(可給度)는 토양의 pH에 따라 다르며, 중성~미산성에서 가장**

높다.

- ② 강산성이 되면 P, Ca, Mg, B, Mo 등의 가급도가 감소되어 작물생육에 불리하고, Al, Cu, Zn, Mn 등은 용해도가 증대하여 그 독성 때문에 작물생육이 저해된다.
- ③ 강알칼리성이 되면 N, B, Fe, Mn 등의 용해도가 감소되어 작물생육에 불리하다. 그러나 B는 pH 8.5 이상에서는 용해도가 커지는 특징이 있다.
- ④ 강알칼리성에서는 Na_2CO_3 와 같은 강염기가 다량 존재하게 되어 작물생육이 장애를 받는다.
- ⑤ 토양유기물을 분해하거나 공기질소를 고정하여 유효태양분을 생성하는 대다수의 활성박테리아는 중성 부근의 토양반응을 좋아한다.
- ⑥ 곰팡이는 넓은 범위의 토양반응에 적응하나 산성토양에서 잘 번식한다.
- ⑦ 강산성·강알칼리성은 점토와 부식을 분산하여 토양입단의 생성을 방해한다.
- ⑧ 강산성 토양에서 과다한 수소이온(H^+)은 그 자체가 작물의 양분흡수와 생리작용을 방해한다.
- ⑨ 작물의 생육에는 pH 6~7의 범위가 알맞고, 강산성(pH 5 이하)이나 강알칼리성(pH 9 이상)에 알맞은 작물은 거의 없다.
- ⑩ 알칼리성 토양에 대해서는 사탕무·수수·유채(평지)·양배추·목화·보리·벼류다그래스 등이 적응성이 높다.

* 산성토양에 대한 작물의 적응성

- ① **극히 강한 것** : 벼·밭벼·귀리·루핀·토란·아마·기장·땅콩·감자·봄무·호밀·수박 등
- ② 강한 것 : 메밀·당근·옥수수·목화·오이·포도·수수·호박·딸기·토마토·밀·조·고구마·베치·담배 등
- ③ 약간 강한 것 : 유채·피·무 등
- ④ 약한 것 : 보리·클로버·양배추·근대·가지·삼·겨자·고추·완두·상추 등
- ⑤ **가장 약한 것** : 엘펠퍼·자운영·콩·팥·**시금치**·사탕무·셀러리·부추·**양파** 등

문 16. 비료성분의 배합 방법 중 가장 효과적인 것은? 4

- ① 과인산석회 + 질산태질소비료
- ② 암모니아태질소비료 + 석회
- ③ 유기질 비료 + 질산태질소비료
- ④ **과인산석회 + 용성인비**

->

(2017 김동이 재배학 p. 461, 466)

* 배합상 불리한 점 또는 주의할 점

1. 비료성분이 소실되지 않도록 해야 함 : 암모니아태질소를 함유하고 있는 비료에 석회와 같은 알칼리성 비료를 혼합하면 암모니아가 기체로 변한다. 질산태질소를 함유하고 있는 비료에 과인산석회와 같은 산성비료를 혼합하면 질산은 기체로 된다. 질산태질소를 유기질 비료와 혼

합하면 저장 중 또는 시용 후에 질산이 환원되어 소실된다.

- 2. 비료성분이 불용성이 되지 않도록 해야 함 : 과인산석회와 같은 수용성 인산이 주성분인 비료에 Ca, Al, Fe 등이 함유된 알칼리성 비료를 혼합하면 인산이 물에 용해되지 않아 불용성이 된다.
- 3. 습기를 흡수하지 않도록 해야 함 : 과인산석회와 같은 석회염을 함유하고 있는 비료에 염화칼륨과 같은 염화물을 배합하면 흡습성이 높아져서 액체로 되거나 또는 굳어지기 쉽다.

*** 인**

- 1. 인산질 비료는 그 화학적 성분의 형태, 즉 용해성에 따라 수용성·구용성 및 불용성으로 구분되고, 사용상으로 볼 때에는 유기질 인산비료와 무기질 인산비료로 구분된다.
- 2. 유기질 인산비료에는 동물똥, 물고기똥, 구아노(guano), 쌀겨, 보리겨 등이 있다.
- 3. 무기질 인산비료의 중요한 원료는 인광석(rock phosphate)이다.
- 4. 과인산석회(과석)와 중과인산석회(중과석)는 인산의 대부분이 수용성이고 속효성이며, 작물에 잘 흡수된다. 그러나 산성토양에서는 철·알루미늄과 반응하여 불용화하고 토양에 고정되기 때문에 흡수율이 극히 낮다.
- 5. **용성인비는 구용성 인산을 함유하며, 작물에 속히 흡수되지 못하므로 과인산석회 등과 병용하는 것이 좋다.**
- 6. 토양 중에서의 고정은 적으며, 규산·석회·마그네슘 등을 함유하는 염기성 비료이기 때문에 산성토양을 개량하는 효과도 있다.

문 17. 작물의 재배 환경 중 광과 관련된 설명으로 옳지 않은 것은? 3

- ① 균락 최적엽면적지수는 균락의 수광태세가 좋을 때 커진다.
- ② 식물의 건물생산은 진정광합성량과 호흡량의 차이, 즉 외견상광합성량이 결정한다.
- ③ **균락의 형성도가 높을수록 균락의 광포화점이 낮아진다.**
- ④ 보상점이 낮은 식물은 그늘에 견딜 수 있어 내음성이 강하다.

->

(2017 김동이 재배학 p. 283, 285~287)

*** 광보상점과 내음성**

- 1. 식물은 보상점 이상의 광을 받아야 지속적인 생육이 가능하다.
- 2. **보상점이 낮은 식물은 그늘에 견딜 수 있어 내음성(shade tolerance)이 강하다.** 보상점이 낮아서 그늘에 적응하고 광을 강하게 받으면 해를 받는 식물을 음생식물이라고 한다.
- 3. 보상점이 높아서 그늘에 적응하지 못하고 햇볕 쬐이는 곳에서만 잘 자라는 식물을 양생식물이라고 한다.
- 4. 교목 또는 관목, 초본식물에 이르기까지 음생식물처럼 그늘에서 잎이 전개되는 것을 음엽이라 한다.
- 5. 햇볕 에서 잎이 전개되는 것을 양엽이라고 한다.
- 6. 쌍떡잎식물의 양엽은 잎이 좁고 두꺼우며 음엽은 잎이 얇고 넓은 편이다.

7. 우리나라에서 일사량이 가장 많은 5월의 일평균 일사량의 지역분포를 보면 대체로 $7\sim 20 MJ m^{-2}$ 이다.
8. 여름철 최대조사광량을 100%로 한 식물의 보상점을 살펴보면 내음성이 강한 것은 사탕단풍나무(3.4%)·너도밤나무(7.5%) 등으로서 보상점이 낮다.
9. 내음성이 약한 것은 소나무(29~30%)·측백(18.6%) 등으로서 보상점이 높다.
10. 내음성이 높은 풀은 나무 그늘에 적응할 수 있고 내음성 나무는 수림 내에서의 생존경쟁에 유리하다.
11. 작물에서 내음성 정도는 초생재배나 간혼작 등 작부체계 구성에 있어서 고려해야 할 사항이다.

* **군락의 광포화점**

포장에서 작물이 밀생하고 크게 자라며 잎이 서로 포개져서 많은 수의 잎이 직사광을 받지 못하고 그늘에 있는 상태이다.

1. 포장의 작물은 군락상태를 형성하며 면적당 수량은 면적당 광합성량에 지배되므로, 군락의 광합성이 수량을 지배한다.
2. 벼잎에 투사된 광은 10% 정도밖에는 잎을 투과하지 못한다. 따라서, 군락이 우거져서 그늘의 잎이 많아지면 포화광을 받지 못하는 잎들이 증가하고, 이들이 충분한 광을 받으려면 더욱
3. 강한 광이 군락에 투사되어야 하므로 군락의 광포화점은 높아지게 된다.

4. 군락의 광포화점은 군락의 형성도가 높을수록 높아지게 된다.

5. 벼에서 단엽의 광포화점이 약 30 klux 일 때 1개체의 광포화점은 40~50 klux, 2개체는 60~70 klux, 4개체는 80 klux이상이고, 포장군락에서는 전광(全光)에서도 포화상태에 도달하지 않는다.
6. 고립상태에 가까운 벼 생육 초기에는 낮은 조도에서 광포화를 이루지만 군락이 무성한 출수기 전후에는 전광에 가까운 높은 조도에서도 광포화가 보이지 않는다. 때문에 군락이 무성한 시기일수록 더욱 강한 일사가 필요하다.

* **최적엽면적**

1. 식물의 건물생산은 진정광합성량과 호흡량의 차이, 즉 외견상광합성량이 결정한다.

2. 식물군락에서 엽면적이 증대하면 군락의 진정광합성량은 그에 따라 증가한다.
3. 군락의 엽면적이 증대함에 따라 그늘의 잎이 많아지므로 엽면적이 어느 정도 이상으로 커지면 엽면적 증대에 비례하여 진정광합성량은 증가하지 않지만, 호흡량은 엽면적 증대에 비례해서 증가한다.
4. 외견상의 광합성량, 즉 건물생산량은 어느 한계까지는 군락의 엽면적이 커지는 데 따라 증가하지만, 그 이상 엽면적이 증대하면 엽면적이 커지는 데 따라 오히려 감소하게 된다.
5. 건물생산이 최대로 되는 단위면적당 군락엽면적을 최적엽면적(optimum leaf area)이라 한다.
6. 군락의 엽면적을 토지면적에 대한 배수치로 표시한 것을 엽면적지수(leaf area index, LAI)라고 한다.
7. 최적엽면적일 때의 엽면적지수를 최적엽면적지수라 한다.
8. 최적엽면적은 일사량과 군락의 수광태세에 따라 크게 변동한다.
9. 최적엽면적지수를 크게 하면 군락의 건물생산을 크게 하여 수량을 증대시킬 수 있다.

* 균락의 수광태세

1. 균락의 최적엽면적지수는 균락의 수광태세가 좋을 때 커진다.
2. 동일엽면적이라도 균락의 수광능률은 수광태세가 좋을 때 높아진다.
3. 수광태세의 개선은 광에너지의 이용도를 높이는 데 기본적으로 중요하다.
4. 균락의 수광태세를 개선하려면 좋은 초형(plant type)의 품종을 육성하고 재배법도 개선하여 균락의 엽군구성(canopy architecture)을 좋게 해야 한다.

문 18. 유전자지도 작성에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? 3

- ① 연관된 유전자간 재조합빈도(RF)를 이용하여 유전자들의 상대적 위치를 표현한 것이 유전자지도이다.
- ② F₁ 배우자(gamete) 유전자형의 분리비를 이용하여 RF 값을 구할 수 있다.
- ③ 유전자 A와 C 사이에 B가 위치하고, A-C 사이에 이중교차가 일어나는 경우, A-B 간 RF = r, B-C 간 RF = s, A-C 간 RF = t 일 때 r + s < t 이다.
- ④ 유전자지도는 교배 결과를 예측하여 잡종 후대에서 유전자형과 표현형의 분리를 예측할 수 있으므로 새로 발견된 유전자의 연관분석에 이용될 수 있다.

->

(2017 김동이 재배학 p. 100~102,)

* 교차와 재조합

같은 염색체에 연관된 유전자들은 감수분열 과정에서 상동염색체가 분리할 때 함께 행동한다. 그러나 제 1감수분열 전기의 태사기에 2가염색체의 비상동염색분체간 교차(crossing over)로 인하여 연관된 유전자가 재조합됨으로써 재조합형 배우자가 생긴다.

교차는 2가염색체에서 염색분체의 특정한 대응부위가 절단된 후 서로 다른 염색분체끼리 재결합됨으로써 염색체의 일부분이 상호 교환되는 것이다.

유전자 연관은 완두에서 처음 발견되었고, 교차는 초파리의 교배실험을 통해 입증되었다.

양성잡종 $AABB \times aabb \rightarrow AaBb$ 에서 두 쌍의 대립유전자(Aa와 Bb)가 서로 다른 염색체

에 있을 때 ($\frac{A}{a} \frac{B}{b}$), 배우자는 4 가지가 형성되고 $AB : Ab : aB : ab = 1 : 1 : 1 : 1$ 로 분리된다(독립유전).

분리된 배우자 중 AB와 ab는 양친형(parental type)이고, Ab와 aB는 재조합형(recombination type)이다.

전체 배우자 중에서 양친형이 50%, 재조합형이 50% 이다.

두 유전자가 연관되어 있을 때($\frac{A}{a} \frac{B}{b}$)에도 교차가 일어나면 네 가지 배우자가 형성된다. 그러나 이 경우는 재조합형 배우자보다 양친형 배우자가 더 많이 나온다. 왜냐하면, 독립유전 일 때 재조합형이 50% 나오고, 또 모든 배우자세포에서 교차가 일어나는 것은 아니기 때문이다.

* 재조합빈도

전체 배우자(개체) 중 재조합형의 비율을 재조합빈도(recombination frequency, RF)라고 한다. 연관된 유전자 사이의 재조합빈도는 0~50% 범위에 있으며, 유전자 사이의 거리가 멀수록 재조합빈도는 높아진다. RF=0은 재조합형이 하나도 안 나온 것으로, 이를 완전연관(complete linkage)이라고 한다. RF=50은 유전자들이 독립적임을 나타낸다.

* 유전자지도

연관된 두 유전자 사이의 재조합빈도(RF)는 유전자간 거리에 비례하며, 재조합빈도를 이용하여 유전자들의 상대적 위치를 표시한 그림을 유전자지도(genetic map)라고 한다.

유전자지도에서 지도거리 1 단위(1 cM, 1centi Morgan)는 재조합빈도 1%이며, 이것은 100개의 배우자 중에서 재조합형이 1개 나올 수 있는 유전자간 거리이다.

유전자표지(gene marker)를 이용하여 작성한 유전자지도를 염색체지도(chromosome map)라고 부른다.

염색체지도 작성은 주로 3점검정교배(three-point testcross : 삼성잡종을 3중열성동형접합체와 교배하는 것)를 이용한다.

이미 알려진 유전자 A, B 와 새로운 유전자 C의 3점검정교배 $AaBbCc/aabbcc$ 에서 재조합빈도(RF)가 A-B간 RF=r, C-A간 RF=s, B-C간 RF=t 일 때, $r+s=t$ 또는 $r+t=s$ 이면 C는 A의 앞 또는 B의 뒤에 위치한다.

$s+t=r$ 이면 A와 B사이에 C가 있게 되는데, $s+t=r$ 보다는 $s+t>r$ 인 경우가 많다. 이는 A-B사이에 2중교차가 일어나 RF값이 낮게 나왔거나 또는 간섭(interference : 한 곳에서 교차가 일어나면 그 인접 부위에서 교차발생이 억제되는 현상)이 생겼기 때문이다.

-> 따라서 유전자 A와 C 사이에 B가 위치하고, A-C 사이에 이중교차가 일어나는 경우, A-B 간 RF = r, B-C 간 RF = s, A-C 간 RF = t 일 때 $r + s > t$ 입니다.

최근에는 DNA 분자표지를 이용하여 분자표지지도(molecular map)를 만들며, 이는 매우 정밀하여 고밀도유전자지도라고 한다. 그리고 유전자지도 상의 특정 위치에 해당하는 DNA 단편을 순서대로 나열하여 물리지도(physical map)를 작성하며, 더 나아가 특정 DNA의 염기서열을 나타낸 염기서열지도(base sequencing map)를 만들고 있다.

유전자지도는 교배결과를 예측하여 잡종 후대에서 유전자형과 표현형의 분리를 예측할 수 있다. 따라서, 유전자지도는 새로 발견된 유전자의 연관분석을 하거나 특정 형질을 선발하는 데 이용되며 또한 유전자조작에 사용할 유전자의 위치를 아는데도 필요하다.

문 19. 대립유전자 상호작용 및 비대립유전자 상호작용에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? 1

- ① 중복유전자에서는 같은 형질에 관여하는 여러 유전자들이 누적효과를 나타낸다.
- ② 보족유전자에서는 여러 유전자들이 함께 작용하여 한 가지 표현형을 나타낸다.
- ③ 억제유전자는 다른 유전자 작용을 억제하기만 한다.
- ④ 불완전우성, 공우성은 대립유전자 상호작용이다.

->

(2017 김동이 재배학 p. 97, 99)

*** 대립유전자의 우성관계**

이형접합체(F_1)의 표현형은 대립유전자의 기능에 의하여 **완전우성 · 불완전우성 · 공우성** 등으로 나타난다.

1. 완전우성(complete dominance) : 이형접합체에서 우성형질만 나타나며, F_2 의 표현형은 3 : 1로 분리한다. Mendel의 교배실험은 모두 완전우성이었다.
2. 불완전우성(incomplete dominance) : 이형접합체가 양친의 중간형질을 나타내고, F_2 는 1 : 2 : 1로 분리한다. 코스모스 · 금어초 · 분꽃의 꽃색깔 등은 불완전우성 이다.
3. 공우성(codominance) : 이형접합체에 두 대립유전자의 특성이 모두 나타나며, 이 경우에도 F_2 는 1 : 2 : 1로 분리한다. 효소단백질의 아이소자임(isozyme : 동일한 기질특이성을 나타내면서 다른 분자구조를 가진 효소단백질)은 공우성을 나타낸다. 사람 MN 혈액형의 유전도 공우성이다.

*** 비대립유전자 상호작용의 유형**

양성잡종($AaBb$)에서 비대립유전자 A 와 B 가 독립적일 때 F_2 의 표현형분리비는 $A_B_ : A_bb : aaB_ : aabb = 9 : 3 : 3 : 1$ 이다. 상위성이 있는 경우에는 유전자상호작용에 따라 여러가지 분리비가 나타난다.

$(9A_B_)$	$(3A_bb + 3aaB_ + 1aabb)$	$= 9 : 7$	→ 보족유전자	
$(9A_B_ + 3A_bb + 3aaB_)$	$(1aabb)$	$= 15 : 1$	→ 중복유전자	
$(9A_B_)$	$(3A_bb + 3aaB_)$	$(1aabb)$	$= 9 : 6 : 1$	→ 복수유전자
$(3aaB_)$	$(9A_B_ + 3A_bb + 1aabb)$	$= 3 : 13$	→ 억제유전자	
$(9A_B_ + 3A_bb)$	$(3aaB_)$	$(1aabb)$	$= 12 : 3 : 1$	→ 우성상위(피복유전자)
$(9A_B_)$	$(3A_bb)$	$(3aaB_ + 1aabb)$	$= 9 : 3 : 4$	→ 열성상위(조건유전자)

1. 보족유전자(complementary gene) : 여러 유전자들이 함께 작용하여 한 가지 표현형이 나타난다(벼의 밀동색깔 등).
2. 중복유전자(duplicate gene) : 똑같은 형질에 관여하는 여러 유전자들이 독립적으로 작용한다(냉이의 씨꼬투리모양 등).
3. 복수유전자(multiple gene) : 같은 형질에 관여하는 여러 유전자들이 누적효과를 나타낸다(관상용 호박의 모양 등).
4. 억제유전자(inhibiting gene, suppressor) : 다른 유전자작용을 억제하기만 한다(수수의 알갱이 색깔 등).
5. 우성상위(dominant epistasis) : 물질대사의 두 경로에서 A 유전자가 작용하지 않을 때에만 B 유전자의 작용이 나타난다(귀리꽃의 외영색깔 등).
6. 열성상위(recessive epistasis) : A 유전자가 있어야 B 유전자의 작용이 나타난다(현미의 종피색깔 등).

문 20. 작물의 수확 및 수확 후 관리에 대한 설명으로 옳은 것은? 4

- ① 벼의 열풍건조 온도를 55℃로 하면 45℃로 했을 때보다 건조시간이 단축되고 동할미와 싸라기 비율이 감소된다.
- ② 비호흡급등형 과실은 수확 후 부적절한 저장 조건에서도 에틸렌의 생성이 급증하지 않는다.
- ③ 수분함량이 높은 감자의 수확작업 중에 발생한 상처는 고온·건조한 조건에서 유상조직이 형성되어 치유가 촉진된다.
- ④ 현미에서는 지방산도가 20 mg KOH/100 g 이하를 안전저장 상태로 간주하고 있다.

->

(2017 김동이 재배학 p. 574, 575, 576, 578)

* 에틸렌 생성 및 후숙

- 1. 과실은 성숙함에 따라 에틸렌(ethylene)이 다량 생합성되어 후숙(after-ripening, postmaturity)이 진행된다.
- 2. 호흡급등형 원예작물에서 호흡급등기에 에틸렌 생성이 증가되어 급속히 후숙된다. 비호흡급등형이라 하더라도 수확시 상처를 받거나 과격한 취급, 부적절한 저장조건에서는 스트레스에 의하여 에틸렌 생성이 급증할 수 있다.
- 3. 엽채류와 근채류 등의 영양조직은 과일류에 비하여 에틸렌 생성량이 적다.

* 곡물 건조기술

- 1. 곡물을 열풍건조할 때 알맞은 건조온도는 45℃ 정도이다.
- 2. 45℃건조는 도정률과 발아율이 높고 동할률(胴割率)과 쇄미율(碎米率)은 낮으며, 건조시간도 6시간으로 그다지 길지 않다.
- 3. 55℃이상에서 건조하면 동할률과 싸라기 비율이 급증하며, 단백질이 응고되고 전분이 노화되어 발아율이 떨어질 뿐만 아니라 식미가 낮아진다.
- 4. 건조기의 승온(乘溫)조건은 시간당 1℃가 적당하다.
- 5. 급속한 고온건조는 동할률이 급증하고 유기물이 변성되어 품질이 저하된다.
- 6. 건조속도는 시간당 수분감소율 1% 정도가 알맞다.
- 7. 쌀의 경우 수분함량은 15~16%가 되도록 말려야 한다. 수분함량이 12~13%로 낮으면 저장에는 좋으나 식미가 낮아진다. 수분을 16~17%로 건조하면 도정효율과 식미는 좋으나 변질되기 쉽다.

* 쌀의 안전저장 지표

- ① 발아율 80%이상
- ② 호흡에 의한 건물중량 손실률 0.5% 이하
- ③ 지방산가 20mg KOH/100g 이하
- ④ 나쁜 냄새가 없는 것

* 큐어링과 예냉

- 1. 고구마·감자 등 수분함량이 높은 작물들은 수확작업 중에 발생한 상처를 치유해야 안전저장

장이 가능하다. 수확물의 상처에 유상조직인 코르크층을 발달시켜 병균의 침입을 방지하는 조치를 큐어링(curing)이라고 한다.

2. 청과물은 수확 직후에 온도를 신속히 낮추어 주는 예냉(precooling, prechilling)처리를 하면 운송기간 중 신선도가 유지되고, 증산과 부패가 억제되며, 저장성이 높아진다.

* 식용감자 및 씨감자

안전저장 조건은 온도 3~4℃, 상대습도 85~90% 이다.

수확 직후 약 2주 동안 바람이 잘 통하고 10~15℃의 서늘한 곳에서, 습도는 다소 높게 유지하여 큐어링시킨다.