

2017년 4월 8일 시행 9급 국가직 공무원 시험

재배학개론/식용작물 문제와 해설

농업직 합격수험도우미 손 승운교수입니다.

2017년 4월 8일 시행한 국가직 9급 농업직 재배학(개론), 식용작물은 예전과 비교하여 비슷한 수준의 문제가 출제가 되었습니다. 전체적으로 기본 이론에 충실하고, 과년도 기출문제를 바탕으로 문제풀이 등으로 준비 하였다면 무난히 고득점을 하셨으리라 봅니다.

재배학개론 정답 및 해설

문 1. 식물의 진화와 작물의 특징에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- 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.

정답 : 1

- ① 지리적으로 떨어져 상호간 유전적 교섭이 방지되는 것을 **지리적 격리**라고 한다.

(해설) <신지원 손 승운교수 2017년 통합 재배학(개론) 최신 개정판 15~16쪽 수록, 실강과 동강이론 및 문제풀이(재배개설:28,29,30,38,39번) *강의 시간에 자주 출제되는 기본문제 이므로 반드시 숙지 할 것* 노트정리내용일부> *삼고재배학원론 30~31참조*

노트정리 내용 일부입니다

<3> 작물의 기원과 발달

2. 작물의 분화발달

- 1) 재배종이 야생종으로부터 변이 발달해온 과정을 식물적 기원이라 한다.
- 2) 작물이 원래의 것과 다른 여러 갈래의 것으로 갈라지는 현상을 “작물의 분화”라 하며, 그 결과로 점차로 높은 단계로 발달해 가는 현상을 “작물의 진화”라 한다.
- 3) 식물, 즉 작물의 분화는 고정되어 있는 것이 아니라 다른 종으로 꾸준히 변화한다.
- 4) 작물의 분화 순서는 일반적으로
“유전적 변이 → 도태, 멸종 및 적응, 순화 → 격리 또는 고립” 으로 이루어진다.
- 5) 유전적 변이 : 자연분화의 전 과정에서 자연교잡과 돌연변이에 의해 새로운 유전자형이 생긴다.
- 6) 도태 : 새로운 유전자형 중에서 환경이나 생존경쟁에 건디지 못하고 멸망하는 것이다.
- 7) 적응 : 새로운 유전자형 중에서 환경이나 생존경쟁에 건디어 내는 것이다.
- 8) 순화 : 적응한 것들이 어떤 생육조건에 오래 생육하게 되면 더 잘 적응 단계를 말한다.
- 9) 분화 : 여러 유전형들이 여러 생육조건에서 적응 순화해 가는 과정에서 적응형을 만들면서 분화하게 된다.
- 10) 격리(고립) : 분화의 마지막 단계로 적응된 유전형들이 안정상태를 유지하려면 적응형 상호 간에 “유전적 교섭이 방지” 되는 것을 말한다.
 - ① 지리적 고립 : **지리적으로 떨어져** 상호간 유전적 교섭이 방지되는 것을 **지리적 격리**라고 한다.
 - ② 생리적 고립 : **개화기의 차이, 교잡불임 등의 생리적 원인**에 의해 같은 장소에 있어 서로 상호간에 유전적 교섭이 방지되는 고립으로 가장 본질적이다.
 - ③ 인위적 고립 : 품종이나 계통에 의하여 인위적으로 유전적 순수성을 유지하기 위하여 다른 유전형과의 교섭을 방지하기 위한 격리라 한다.
- 11) **작물의 특징** : 작물은 인간의 관리하에서 **야생종과 다른 특징**을 지니게 된다.
 - ① 야생식물은 결실 후 대부분은 휴면을 장기간 지속하므로 환경에 대응하고 종족을 보존한다. 그러나 작물은 수확 즉시 저장하고 파종시 일제히 발아하므로 **강한 휴면성이 필요하지 않다**.

- ② 작물은 야생종에 비하여 출아 후 독립영양시기까지 강한 활력과 생장에너지가 필요하여 **대립 종**으로 발달하였다.
- ③ 종자 중의 **단백질 함량은 낮아지고 탄수화물 함량이 증가**하는 방향으로 발달하였다.
- ④ 수확시에는 모든 종자가 일시에 성숙되는 것이 좋으므로 **분얼이나 분자가 일정기간 내에 일시에 발생**하는 방향으로 발달되었다.
- ⑤ **개화·출수시기도 일시에 집중**하는 방향으로 발달하였다.
- ⑥ 성숙시 **종자의 탈립성은 작**은 방향으로 발달하였다.
- ⑦ **수량은 많은** 방향으로 발달하였다.

문 2. 집단육종과 계통육종에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- 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.

정답 : 2

- ② 집단육종에서는 잡종 초기세대에 집단재배를 하기 때문에 **유용유전자를 상실할 염려가 적**다.

(해설) <신지원 손 송운교수 2017년 통합 재배학(개론) 최신 개정판 177~178쪽 <Tip>수록, 실강과 동강이론 및 문제풀이(작물의유전성-3.육종의 방법:17,18,22,23,24,25,26,34번)***강의 시간에 자주 출제되는 기본문제 이므로 반드시 숙지 할 것*** 노트정리내용일부> *삼고재배학 원론 106쪽 참조*

노트정리 내용 일부입니다

계통육종과 집단육종의 비교

- 1. 계통육종은 F_2 세대부터 선발을 시작하므로 육안 관찰이나 특성검정이 용이한 질적 형질의 개량에 효율적이다. 그러나 선발이 잘못되었을 때에는 유용유전자를 상실하게 된다.
- 2. 집단육종은 잡종 초기 세대에 집단재배를 하기 때문에 유용유전자를 상실할 염려가 적으며, 선발을 시작하는 후기 세대에는 동형접합체가 많으므로 폴리진이 관여하는 양적 형질의 개량에 유리하다.
- 3. 계통육종은 육종 재료의 관리와 선발에 많은 시간·노력·경비가 들지만, 육종가의 정확한 선발에 의하여 육종 규모를 줄이고 육종 연한을 단축할 수 있다.
- 4. 집단육종은 계통육종과 같은 별도의 관리와 선발노력이 필요하지 않으나, 집단재배기간 동안 육종 규모를 줄이기 어렵고 계통육종에 비하여 육종 연한이 길어진다.
- 5. 집단육종의 이점은 초기 세대에 선발하지 않으므로 잡종 집단의 취급이 용이하고, 동형접합체가 증가한 후기 세대에 선발하기 때문에 선발이 간편하다는 점이다.
- 6. 집단육종은 집단재배에 의하여 자연선택(natural selection)을 유리하게 이용할 수 있으며, 출현 빈도가 낮은 우량 유전자형을 선발할 가능성이 높다.

문 3. 벼의 장해형 냉해에 해당되는 것은?

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

정답 : 4

- ④ 융단조직(tapete)이 비대하고 화분이 불충실하여 불임이 발생한다.

(해설) <신지원 손 승운교수 2017년 통합 재배학(개론) 최신 개정판 368~369쪽 수록, 실강과 동강이론 및 문제풀이(재배환경-4.온도:35~41번) *강의 시간에 자주 출제되는 기본문제 이므로 반드시 숙지 할 것* 노트정리내용일부> *삼고재배학원론 211~212쪽 참조*

노트정리 내용 일부입니다

냉해의 구분

① 지연형 냉해

- ㉠ 영양생장기의 생육 초기부터 출수기에 걸쳐서 여러 시기와 단계에 냉온이나 일조부족 등을 만나서 출수가 지연되고 등숙기의 낮은 온도에 이르러 등숙이 불량해지는 현상을 초래하여 결국 수량에까지 영향을 미치는 유형의 냉해이다.
- ㉡ 출수 30일 전부터 25일 전까지의 약 5일간, 즉 벼가 생식생장기에 접어들어 유수를 형성할 때에 냉온을 만나면 출수의 지연이 가장 심하다.
- ㉢ 지연형 냉해가 오면 수수 감소, 영화수 감소, 등숙률 저하에 의하여 수량이 감소된다.

② 장해형 냉해

- ㉠ 유수형성기부터 개화기까지의 사이, 특히 생식세포의 감수분열기에 냉온의 영향을 받아서 생식기관이 정상적으로 형성되지 못하거나 또는 꽃가루의 방출 및 수정에 장애를 일으켜 결국 불임현상이 초래되는 유형의 냉해이다.
- ㉡ 꽃밥이나 화분의 타페트 조직의 이상비대는 장해형 냉해의 좋은 예이며, 품종이나 작물의 냉해저항성의 기준이 되기도 한다.
- ㉢ 소포자 형성에 있어서 세포막이 형성되지 않는다.

Tip 장해형 냉해

벼에서 감수분열기에 내냉성이 약한 품종은 17~19℃, 내냉성이 강한 품종은 15~17℃의 냉온을 1일 정도라도 만나면 약강(藥腔)의 바깥쪽을 둘러싸고 있는 융단조직(tapete)이 비대하고 화분이 불충실하여 꽃밥[藥]이 열리지 않으므로 수분되지 않아 불임이 발생한다. 그러나 낮의 기온이 높으면 밤의 기온이 다소 낮아도 냉해가 회피되는 경향이 있다.

③ 병해형 냉해

- ㉠ 냉온조건하에서는 증산이 저해되어 규산의 흡수가 줄어들므로 조직의 규질화가 충분히 형성되지 못하여 도열병균 등의 병균침입에 대한 저항성이 저하되어 냉도열병 발생 등이 심하게 된다.
- ㉡ 광합성이 저하되어 체내 당 함량이 낮아지고, 질소대사에 이상을 초래하여 체내에 암모니아가 축적되어 병의 발생을 더욱 조장하는 유형의 냉해이다.

④ 혼합형 냉해

- ㉠ 장기간에 걸친 저온에 의하여 지연형 냉해와 장해형 냉해 그리고 병해형 냉해 등이 혼합된 형태로 나타나는 현상이다.
- ㉡ 수량감소에 가장 치명적이다.

동해형 냉해

동해형 냉해(東海型冷害)는 장마 후기에 저온다습한 오호츠크해고기압이 이상적으로 발달하여 그 세력이 서쪽으로 확장하여 우리나라 국토를 종단한 동쪽에 장기간 정체함에 따라 지연형 및 장해형 냉해를 심하게 일으킨 것이다.

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

- 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.

정답 : 4

- ④ 토양 중 교질입자가 많으면 치환성 양이온을 흡착하는 힘이 강해진다.

(해설)<신지원 손 승운교수 2017년 통합재배학(개론) 최신 개정판 238쪽 수록, 실강과 동강이론 및 문제풀이(재배환경-1.토양:4,7,8번) *강의 시간에 자주 출제되는 기본문제 이므로 반드시 숙지 할 것* 노트정리내용일부>*삼고재배학원론 126쪽 참조*

노트정리 내용 일부입니다

④ 점 토

- ㉠ 토양 중의 가장 미세한 입자이며, 화학적·교질적 작용을 하고 물과 양분을 흡착하는 힘이 크지만, 투기·투수를 저해한다.

Tip *양이온 치환용량*

- ㉡ 점토나 부식은 입자가 작고 입경이 $1\mu\text{m}$ 이하 특히 $0.1\mu\text{m}$ 이하의 입자는 교질(colloid)로 되어 있다.
- ㉢ 교질입자는 보통 음(-)하전되어 있어 양이온을 흡착한다.
- ㉣ 토양 중에 교질입자가 많으면 치환성 양이온을 흡착하는 힘이 강해진다.
- ㉤ 토양 1kg이 보유하는 치환성 양이온의 총량을 $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ 으로 표시한 것을 양이온 치환용량(Cation Exchange Capacity ; CEC) 또는 염기 치환용량(Base Exchange Capacity ; BEC)이라고 한다.
- ㉥ 토양 중에 고운 점토와 부식이 증가하면 CEC도 증대된다.
- ㉦ CEC가 증대하면 NH_4^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} 등의 비료성분을 흡착 보류하는 힘이 커져서 비료를 많이 주어도 일시적 과잉흡수가 억제된다.
- ㉧ CEC가 증대하면 비료성분의 용탈이 적어서 비효가 늦게까지 지속된다.
- ㉨ CEC가 증대하면 토양의 완충능이 커지게 된다(토양반응에 저항하는 힘).

문 5. 광처리 효과에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 겨울철 잎들개 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 $400 \sim 500 \text{ nm}$, 특히 $440 \sim 480 \text{ nm}$ 의 광이 가장 유효하다.

정답 : 2

- ② 양상추 발아 시 적색광 조사는 발아를 촉진한다.

(해설)<신지원 손 승운교수 2017년 통합재배학(개론) 최신 개정판 238쪽 수록, 실강과 동강이론 및 문제풀이(재배환경-1.토양:4,7,8번)*강의 시간에 자주 출제되는 기본문제 이므로 반드시 숙지 할 것* 노트정리내용일부>*삼고재배학원론 126쪽 참조*

노트정리 내용 일부입니다

(3) 일장효과에 영향을 미치는 조건

<신지원 손 승운교수 2017년 통합재배학(개론) 최신 개정판 439~440쪽 수록, 실강과 동강이론 및 문제풀이(재배환경-6.상적발육과 환경:33번,48번) 노트정리내용일부>*삼고재배학원론 246~247쪽 참조*

⑦ 암기와 명기

- ㉠ 장일식물은 24시간 주기가 아니더라도 명기의 길이가 암기보다 상대적으로 길면 개화가 촉진되지만, 단일식물의 경우에는 연속암기가 절대로 필요하다.
- ㉡ 암기가 극히 중요하므로 장야식물 또는 장암기 식물이라고, 장일식물을 단야식물 또는 단암기 식물이라 하기도 한다.
- ㉢ 단일식물의 연속암기의 중간에 광을 조사하여 연속암기를 소정 일장 이하의 길이로 분단하면, 암기의 합계가 명기보다 길다고 하더라도 단일효과는 발생하지 않는다. 이것을 야간조파 또는 광중단이라고 한다.(*참조: 강의 시간에 최근 “들깨”는 종자생산 보다는 엽채류 수확 목적 재배가 이루어지고 있으므로 “장일처리 또는 야간 적색광 조사” 개화를 억제하고, 영양생장을 촉진한다-출제빈도 높다*)
- ㉣ 야간조파에 가장 효과가 큰 광 600~680nm의 적색광이며, 도꼬마리에서는 1분간의 조사로 야간조파의 효과가 있다. 그런데, 적색광의 조사 후에 곧 780~800nm의 근적외광을 재조사하면 적색광의 조사효과가 감소되고, 야간조파의 효과가 발생하지 않는다.

33. 작물의 일장반응에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 가을철 한지형 목초에 보광처리를 하면 산초량(産草量)이 증대된다.
- ② 겨울철 들깨에 야간조파(night break)를 실시하면 잎 수확량이 증대된다.
- ③ 콩을 장일하에서 재배하면 영양생장기간이 짧아진다.
- ④ 양파의 비늘줄기는 장일에서 발육이 촉진된다.

<정답 및 해설> ③ 콩 등의 단일식물이 장일하에 놓이면 영양생장이 계속되어 줄기가 길어져서 거대형(giant form)이 되고, 때로는 만화(늦게 꽃이 핀다)한다.

- ㉠ 같은 현상은 호광성 종자의 발아에서도 인정된다.

상추는 전형적인 호광성 종자이며, 암중에서 흡수 발아시키면 7%의 발아율을 보였는데, 1분간 650nm 부근의 적색광(R)을 조사하면 70%의 발아율을 보였다. 그러나, 적색광의 조사 직후에 700~800nm의 근적외광(FR)을 4분간 조사하면 적색광 조사효과가 감소되어 발아율은 다시 7%로 되었다.

이 현상은 몇 번 반복처리해도 정확하게 나타나며, 발아율이 (R+FR)+(R+FR)+(R+FR) +R에서는 81%, (R+FR)+(R+FR)+(R+FR)+(R+FR)에서는 7%였다.

- ㉢ 양상추를 재료로 한 연구에서, 광의 파장이 600~700nm의 범위에서는 발아가 촉진적이었고, 730nm 부근에서는 발아가 억제적이었다. 호광성 종자의 광발아에 있어서 적색광·근적외광

전환계가 존재한다. <신지원 손 승운교수 2017년 통합재배학(개론) 최신 개정판 508쪽 수록, 실강과 동강이론 및 문제풀이(재배기술-3.종자의 발아와 휴면) 노트정리내용일부>*삼고재배학원론 292쪽 참조*

*** 광과 작물의 생리작용 ***

<신지원 손 승운교수 2017년 통합재배학(개론) 최신 개정판 398~399쪽 수록, 실강과 동강이론 및 문제풀이(재배환경-5.광(光):광과 작물의 생리작용:4,17,18번) 노트정리내용일부>*삼고재배학원론 223~224쪽 참조*

(6) 신장 및 개화

- ① 자외선 같은 단파장의 광은 식물의 신장을 억제한다. 광부족이나 자외선의 투과가 적은 환경에서는 도장하기 쉽다.
- ② 광조사가 좋으면 광합성이 조장되어 탄수화물의 축적이 많아지고, 따라서 C/N율이 높아져서 화성(花成)이 촉진된다. 또한 일장은 화성·개화에 큰 영향을 끼친다. 개화시각에 있어서는 대부분의 식물이 광이 있을 때에 개화하나 수수처럼 광이 없을 때에만 개화하는 것도 있다.

(4) 굴광현상

- ① 식물의 한쪽에 광을 빛추면 쪼여진 쪽으로 식물체가 구부러지는데, 이는 비추어진 쪽의 옥신 농도가 낮아지고 반대쪽의 옥신 농도가 높아지는 데서 옥신의 농도가 낮은 곳보다 높은 곳의 생장이 빨라져 향광성을 나타내는 현상이다.
- ② 식물이 광조사의 방향에 반응하여 굴곡반응을 나타내는 것을 굴광현상이라고 하는데, **굴광현상에는 400~500nm, 특히 440~480nm의 청색광이 가장 유효하다.**
- ③ 뿌리는 빛의 반대방향으로 구부러지는 배광성을 나타낸다.

48. 식물의 한쪽에 광을 조사하면 조사된 쪽의 옥신 농도가 낮아지고, 반대쪽 옥신 농도가 높아져 광조사의 방향에 반응하여 굴곡반응을 나타내는 굴광현상을 보이는데, 굴광현상에 가장 영향을 크게 주는 광은?

- ① 자색광 ② 황색광 ③ 적색광 ④ 녹색광 ⑤ 청색광

<정답 및 해설 > ⑤ 식물이 광조사의 방향에 반응하여 굴곡반응을 나타내는 것을 굴광현상이라 하는데, 굴광현상에는 400~500nm, 특히 440~480nm의 청색광이 가장 유효하다.

문 6. 잡종강세를 설명하는 이론이 아닌 것은?

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

정답 : 3

③ 초월분리설 : 교배육종의 이론적 근거는 조합육종(교배 후 서로 다른 품종의 우량한 형질을 한 개체 속에 조합) 과 초월육종(교배 후 같은 형질에 양친보다 더 우수한 특성이 나타남) 이 있으며, 숙기가 빠른 두 조생종품종을 교배한 후대에 양친 보다 숙기가 더 빠른 개체가 나타나는 현상을 “초월분리”라 하고, 초월분리 개체를 선발 후 교배하여 숙기가 더욱 빠른 품종이 육성되는데, 이것을 “극 조생종 품종”이라 한다.

(해설) *참조: 강의 시간에 과년도 기출문제 이므로 교재에 수록해 놓았으므로 최소한 교재 수록 내용만이라도 숙지할 것<신지원 손 승운교수 2017년 통합재배학(개론) 최신 개정판 134~135쪽 수록, 실강과 동강이론 및 문제풀이(유전성-2.육종의 기초 : 자식약세와 잡종강세) 노트정리내용일부> *신고재배학원론 92쪽 참조*

자식약세와 잡종강세

(2) 잡종강세

자식으로 약세화한 것을 다시 교잡하면 세력이 회복되고, 때로는 자식을 개시하기 전보다 세력이 강해지는 경우가 있다. 이와 같이, 유전적으로 호모상태인 어버이의 어느 것보다도 헤테로상태인 잡종의 생육세가 훨씬 더 강한 현상을 잡종강세라고 한다. 잡종강세는 자가수정작물에서도 나타나는 일이 있지만(밀 등), 타가수정작물이나 가축에서 현저하며, 육종에 널리 이용되고 있다.

잡종강세가 나타나는 기구에 대해서는 다음과 같은 견해들이 있다.

잡종강세의 원인은 우성설(優性說; dominance theory)과 초우성설(超優性說; overdominance theory)로 설명된다. 우성설(Bruce, 1910)은 F_1 에 집적된 우성유전자들의 상호작용에 의하여 잡종강세가 나타난다는 것이고, 초우성설(Shull, 1908)은 잡종강세유전자가 이형접합체(F_1)로 되면 공우성이나 유전자 연관 등에 의하여 잡종강세가 발현한다는 것이다.

타식성 작물은 자식이나 근친교배를 하여 동형접합체 비율이 높아지면 집단의 적응도가 떨어지므로 타가수분을 통해 적응에 유리한 이형접합체를 확보한다고 할 수 있다. 따라서, 타식성 작물의 육종은 근교(자식)약세를 일으키지 않고 잡종강세를 유지하는 우량 집단(품종)을 육성하는 것이다.

① 비대립유전자 간의 작용

① 우성유전자연쇄(관)설 : 우성설 또는 요한센의 학설이라고 한다. 생활상 유리한 우성유전자가 연쇄(연관)관계로 인하여 F_1 에서 더욱 많이 모이게 되기 때문에 누적(累積)적 효과가 커져서 잡종강세가 나타난다는 견해이다.

② 유전자작용의 상승적 효과설 : 토마토에서 과수(果數)와 과중(果重)은 F_1 이 어버이 평균 이하였는데도, 과수(果數)와 과중(果重)의 상승적인 수량은 F_1 이 어버이의 어느 것 보다 큰 것을 보았다. 이와 같이 유전자 사이의 상승적 작용에 의해서 발현되는 형질은 유전자의 상호적 효과에 의해서 잡종강세를 나타낼 경우가 있다고 하였다.

② 대립유전자 간의 작용

① 초우성설 : 헤테로상태인 Aa 가 호모상태인 AA 보다 형질 발현에 더욱 강한 작용을 보일 때 이것을 초우성이라 하고, 옥수수, 밀, 보리 등에 잡종강세의 원인이 된다고 하였다.

② 복대립유전자설 : A_1 유전자에 대하여 A_2, A_3, A_4 , 등의 복대립 유전자가 분화하고 있을 때 교잡에 의해서 헤테로 상태의 조합이 되면 잡종강세를 보이며, 분화거리가 먼 것끼리 조합될수록 잡종강세의 정도가 크다고 하였다.

③ 세포질과 생리적 작용

① 세포질설 : 상호교잡 즉, $\text{♀}A \times \text{♂}B$ 및 $\text{♂}A \times \text{♀}B$ 의 경우에 잡종강세의 정도가 다른 경우가 있다는 점으로 미루어서 잡종강세에 세포질이 관여한다고 하였다.

② 생리적작용설 : 잡종은 배가 크고, 그 것이 그 뒤의 생육에 영향을 끼친다고 하였고, 잡종은 생육 초기부터 각종 상호작용이 왕성 하다고 하였다.

문 7. 3쌍의 독립된 대립유전자에 대하여 F_1 의 유전자형이 $AaBbCc$ 일 때 F_2 에서 유전자형의 개수는? (단, 돌연변이는 없음)

- ① 9개
- ② 18개
- ③ 27개
- ④ 36개

정답 : 3
③ 27개

(해설) : 잡종의 F_2 분리비는 예외적인 경우가 아니면 다음과 같이 나타나는 것이 원칙이다(단, 돌연변이는 없음).

독립적인 n 쌍의 대립유전자는 2^n 가지의 배우자를 형성하여 4^n 개의 배우자 조합을 만듦으로써 3^n 가지의 유전자형이 생겨서 2^n 가지 표현형이 나타난다.
따라서 $3^3=27$ 이 된다.

*참조 : <신지원 손 승운교수 2017년 통합재배학(개론) 최신 개정판 99~101쪽 수록, 실강과 동강이론 및 문제풀이(유전성-육종의 : 멘델의 유전법칙 (생식세포 구하기, 잡종의 F_2 표현형과 인자형 분리비(가지수) : 56,57,59번) 노트정리내용일부>*삼고재배학원론 90~94쪽 참조*

*참조 : 멘델의 유전법칙 (생식세포 구하기, 잡종의 F_2 표현형과 인자형 분리비(가지수)는 강의 시간에 “자주 출제 되는 기본문제”이므로 반드시 숙지 할 것

1. 잡종의 F_2 분리비는 예외적인 경우가 아니면 다음과 같이 나타나는 것이 원칙이다(단, 돌연변이는 없음).
2. 독립적인 n 쌍의 대립유전자는 2^n 가지의 배우자를 형성하여 4^n 개의 배우자 조합을 만듦으로써 3^n 가지의 유전자형이 생겨서 2^n 가지 표현형이 나타난다.

잡종의 종류 / F_1 의 유전자 / F_1 의 배우자 / F_2 의배우자 / F_2 에서 유전자형 / F_2 에서 표현형

(대립유전자수) 조합 종류 (2^n) 조합 개수(3^n) ($3+1$)ⁿ

1. 단성잡종(1) Aa $2^1=2$ $2^2=4$ $3^1=3$ ($3+1$)¹ = 3+1

2. 양성잡종(2) $AaBb$ $2^2=4$ $4^2=16$ $3^2=9$ ($3+1$)² = 9+3+3+1

3. 삼성잡종(3) $AaBbCc$ $2^3=8$ $8^2=64$ $3^3=27$ ($3+1$)³ = 27+9+9+9+3+3+3+1

문 8. 작물별 수량구성요소에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- 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 채취분위의 수로 구성되어 있다.

정답 : 4

④ 성분을 채취하는 작물의 수량구성요소는 단위면적당 식물체수, 성분 채취부위의 무게, 성분 채취분위의 함량으로 구성되어 있다.

(해설) <신지원 손 승운교수 2017년 통합재배학(개론) 최신 개정판 697~698쪽 수록, 실강과 동강이론 및 문제풀이(재배기술-11.수납: 각 작물의 수량구성요소-곡류<벼, 보리, 콩> 과실, 뿌리작물<고구마, 감자>, 성분채취 작물<사탕무, 사탕수수> “강의 시간에 자주 출제 되는 문제” 이므로 반드시 숙지 할 것) 노트정리내용일부>*삼고재배학원론 410~411쪽 참조*

노트정리 내용 일부입니다

(5) 수량구성요소

작물을 재배하여 얻어지는 생산물의 단위토지당 수확량을 수량(收量 : yield)이라고 하고, 수량을 구성하는 식물학적 요소를 수량구성요소(收量構成要素 : yield component)라고 한다.

① 수량구성요소

- ㉠ 곡류 : 곡류의 예로서 벼의 수량은 일정 면적의 수수(穗數, 이삭수; panicle number) · 1수영화수(一穗穎花數, 一穗粒數; spikelet number per panicle) · 등숙비율(登熟比率, 전체립에 대한 완전립의 백분율; percent ripened grains) 및 1립중(一粒重, 등숙립 1,000개의 평균립중; one grain weight) 4가지 수량구성요소의 적(積)으로 나타낼 수 있다.

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

- ㉡ 과실 : 과실의 수량구성요소는 다음과 같다.

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

- ㉢ 뿌리작물 : 고구마 · 감자 등 뿌리작물의 수량구성요소는 다음과 같다.

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

- ㉣ 사탕무 등 : 사탕무 등 성분채취를 위하여 재배하는 작물의 수량구성요소는 다음과 같다.

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

② 수량구성요소의 변이계수

- ㉠ 벼의 경우 수량구성요소의 연차 변이계수는 수수(穗數, 이삭수)가 가장 크고, 1수영화수, 등숙비율, 천립중의 순으로 작아진다. 즉, 수량에 영향을 크게 미치는 구성요소의 순위는 수수, 1수영화수, 등숙비율, 천립중이다.
- ㉡ 그러나 이들 수량구성 4요소는 상호 밀접하게 관련되어 있어서 먼저 형성되는 요소가 많아지면 나중에 형성되는 요소는 적어지고, 반대로 먼저 형성되는 요소가 적어지면 나중에 형성되는 요소가 많아지는 상보성(相補性)을 나타낸다.
- ㉢ 즉, 벼에서 단위면적당 수수가 많아지면 1수영화수는 적어지기 쉽고, 1수영화수가 증가하면 등숙비율이 낮아지는 경향이 있다. 단위면적당 영화수(단위면적당 수수 × 1수영화수)가 증가하면 등숙비율은 감소하게 되고, 등숙비율이 낮으면 천립중은 증가한다.

문 9. 식물체 내 수분퍼텐셜에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- 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.

정답 : 2

- ② 세포의 압력퍼텐셜과 삼투퍼텐셜이 같으면 세포의 수분퍼텐셜이 0이면 팽만상태가 되고, 수분퍼텐셜과 삼투퍼텐셜이 같으면 세포의 압력퍼텐셜이 0이면 원형질분리가 일어난다.

(해설) <신지원 손 송운교수 2017년 통합재배학(개론) 최신 개정판 306~307쪽 수록, 실강과 동강이론 및 문제풀이(재배환경-2.수분(수분퍼텐셜:10,11,12,13번)“강의 시간에 자주출제 되는 기본문제”이므로 반드시 숙지 할 것) 노트정리내용일부>*삼고재배학원론 166~167쪽 참조*

노트정리 내용 일부입니다

(4) 수분퍼텐셜

- ① 수분퍼텐셜의 개념 : 수분의 이동을 어떤 상태의 물이 지나는 화학퍼텐셜을 이용하여 설명하고자 도입된 개념으로, 작물생리학에서는 삼투압의 개념보다 수분퍼텐셜의 개념을 널리 사용한다. 즉, 물은 퍼텐셜에너지가 높은 곳에서 낮은 곳으로 이동하게 된다.
- ② 수분퍼텐셜의 정의와 단위 : 수분퍼텐셜(water potential)은 열역학에 기초를 두고 있으며, 어떤 조건에서 용액 중의 물의 화학퍼텐셜과 기준상태에서 순수한 물의 화학퍼텐셜과 차이를 부분몰용적으로 나눈 값으로 정의되고, 수분퍼텐셜의 단위는 기압단위인 bar 또는 MPa로 나타내는 것이 편리하다.
- ③ 수분퍼텐셜의 구성은 삼투퍼텐셜 + 압력퍼텐셜 + 매트릭퍼텐셜로 이루어진다.
 - ㉠ 삼투퍼텐셜 : **삼투퍼텐셜**은 용질의 농도에 따라 영향을 받는 물은 퍼텐셜에너지로 용질이 첨가될수록 감소하며 **항상 음(-)의 값을 가진다**(삼투압).
 - ㉡ 압력퍼텐셜 : 압력퍼텐셜은 식물세포 내에서 벽압이나 팽압의 결과로 생기는 정수압(靜水壓)에 따른 퍼텐셜에너지이며, 식물세포에서는 일반적으로 **양(+)**의 값을 가진다.
 - ㉢ 매트릭퍼텐셜 : 매트릭퍼텐셜은 교질물질과 식물세포의 표면에 대한 물의 흡착친화력에 의하여 나타나는 퍼텐셜에너지이며, **항상 음(-)의 값을 가지고**, 토양의 수분퍼텐셜의 결정에 매우 중요하다.
- ④ 식물체 내의 수분퍼텐셜
 - ㉠ 식물체 내의 수분퍼텐셜에는 **매트릭퍼텐셜은 거의 영향을 미치지 않고** 삼투퍼텐셜과 압력퍼텐셜이 좌우하므로(수분퍼텐셜 = 삼투퍼텐셜 + 압력퍼텐셜)로 간단히 표시할 수 있다.
 - ㉡ 세포의 부피와 압력퍼텐셜이 변화함에 따라 삼투퍼텐셜과 수분퍼텐셜이 변화한다.
 - ㉢ 압력퍼텐셜과 삼투퍼텐셜이 같으면 **세포의 수분퍼텐셜이 0이 되므로 팽만상태**가 된다.
 - ㉣ 수분퍼텐셜과 삼투퍼텐셜이 같으면 **압력퍼텐셜이 0이 되므로 원형질 분리**가 일어난다.
 - ㉤ 수분퍼텐셜은 토양에서 가장 높고, 대기에서 가장 낮으며, 식물체 내에서는 중간값을 나타낸다. 따라서, 토양 → 식물체 → 대기로 이어지는 수분의 이동이 가능하게 된다.

Tip 수분퍼텐셜

물은 수분퍼텐셜이 높은 곳으로부터 낮은 곳으로 이동하며, 두 곳의 수분퍼텐셜이 같아서 그 낙차(落差)가 0이 되어 수분의 평형상태(平衡狀態)에 도달하면 이동이 멎는다. 수분퍼텐셜은 용질(溶質)의 농도가 높거나 또는 압력과 온도가 낮아지면 감소한다. 수분흡수는 뿌리 표면에 접해 있는 토양과 뿌리 내부의 물관부 사이에 수분퍼텐셜의 기울기(勾配)가 생겨서 일어난다.

문 10. 춘화처리에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

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

정답 : 2

② 최아종자 저온 버널리제이션의 경우에는 광의 유무가 버널리제이션에 관계가 없으나, 고온 버널리제이션의 경우에는 암흑이 필요하다.

(해설) <신지원 손 송운교수 2017년 통합재배학(개론) 최신 개정판 432~436쪽 수록, 실강과 동강이론 및 문제풀이(재배환경-6.상적발육과 환경, 버널리제이션(춘화):1번~16번)“강의 시간에 자주출제 되는 기본문제”이므로 반드시 숙지 할 것) 노트정리내용일부>*삼고재배학원론 237~243쪽 참조*

노트정리 내용 일부입니다

버널리제이션(춘화 ; vernalization)

③ 버널리제이션(춘화 ; vernalization) 온도 이외의 조건

㉠ 산소 : 산소의 공급이 절대로 필요하며, 호흡을 저해하는 조건은 버널리제이션을 저해한다.

㉡ 광선 : 저온 버널리제이션의 경우에는 광의 유무가 버널리제이션에 관계가 없으나, 고온 버널리제이션의 경우에는 암흑이 필요하다.

㉢ 건조 : 처리 중에 종자가 건조하면 버널리제이션 효과가 감소한다. 처리기간 중은 물론 처리 후에도 고온건조를 피해야 하며, 처리 후에는 곧 파종해야 한다.

㉣ 탄수화물 : 배나 생장점에 당과 같은 탄수화물이 공급되지 않으면 버널리제이션 효과가 발생하기 힘들다.

(6) 버널리제이션의 기구

① 감응부위

㉠ 저온처리의 감응부위는 생장점이다.

㉡ 가을호밀의 배만을 분리하여 저온처리해도 당분과 산소를 공급하면 버널리제이션 효과가 발생한다.

㉢ 밑에서 생장점 이외의 기관을 저온처리하면 버널리제이션 효과가 발생하지 않는다.

(8) 분얼 및 등숙 종자와 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 못한다고 한다. 그러나 밑에서는 한번 춘화되면 새로이 발생하는 분얼이 직접 저온을 만나지 않아도 춘화된 상태를 유지한다고 한다.

② 등숙 중의 종자에 저온처리를 하여도 버널리제이션효과가 있다고 알려져 있다. 따라서, 등숙 중의 온도에 차이가 있는 지방에서 채종된 종자는 그 뒤의 생육에도 차이가 있기 때문에 채종지로서의 한 가지 조건이 된다. 그러나 버널리제이션이 된 종자가 건조하면 그 효과가 감소되고, 약 20주일 후에는 효과가 완전히 소멸되는 경우가 많다.

문 11. 한 포장내에서 위치에 따라 종자, 비료, 농약 등을 달리함으로써 환경문제를 최소화하면서 생산성을 최대로 하려는 농업은?

- ① 생태농업
- ② 정밀농업
- ③ 자연농업
- ④ 유기농업

정답 : 2

② 정밀농업 : 한 포장 내에서 위치에 따라 종자·비료·농약 등을 달리하여 환경문제를 최소화 하면서 생산성을 최대화 하려는 농업

(해설) <신지원 손 송운교수 2017년 통합재배학(개론) 최신 개정판 670~671쪽 수록, 실강과 동강이론 및 문제풀이(재배기술-9.재해방제, 친환경관련농업:24번~27번)“강의 시간에 기출 되었던 기본문제”이므로 반드시 숙지 할 것> 노트정리내용일부>*삼고재배학원론 396쪽 참조*

노트정리 내용 일부입니다

(5) 친환경 관련 농업

① **자연농업** : 지력을 토대로 자연의 물질순환원리에 따르는 농업으로 유기질 완숙퇴비, 자연에서 채취한 미생물, 발효산물, 산야초 등의 자연 자재의 사용과 기계적인 경운을 하지 않고 낙엽, 벼짚 등을 이용한 피복과 호밀재배 등으로 잡초 발생을 억제하는 등 **자연과 공존하는 농업**

② 생태농업 : 지역폐쇄시스템에서 작물양분과 병해충 종합관리기술을 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·지속농업 : 환경에 부담을 주지 않고 영원히 유지할 수 있는 농업으로 환경을 오염시키지 않는 농업

⑤ 정밀농업 : 한 포장 내에서 위치에 따라 종자·비료·농약 등을 달리하여 환경문제를 최소화하면서 생산성을 최대화 하려는 농업

27. 한 포장 내에서 위치별 작물 생육상태, 토양 비옥도, 기후 등에 따라 관리를 달리하여 생산성을 최대화 하는 농업은?

① 생태농업

② 유기농업

③ 저투입·지속농업

④ 정밀농업

<정답 ④ 정밀농업 : 해설>

① 지력을 토대로 자연의 물질순환원리에 따르는 농업이다.

② 농약과 화학비료를 사용하지 않고 원래 흙을 중시하여 자연에서 안전한 농산물을 얻는 것을 바탕으로 하는 농업이다.

③ 환경에 부담을 주지 않고 영원히 유지할 수 있는 농업으로 환경을 오염시키지 않는 농업이다.

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

① 유작

② 혼작

③ 간작

④ 교호작

정답 : 1

① 유작

⑦ 일정한 포장에서 몇 종류의 작물을 해마다 바꾸어 재배(윤작·다모작·자유작) 하는 방식을 말한다.

㉔ 같은 해에 여러 작물을 조합·배열하여 함께 재배(간작·혼작·교호작·주위작)하는 방식을 말한다.

(해설) <신지원 손 승운교수 2017년 통합재배학(개론) 최신 개정판 465쪽 수록, 실강과 동강이론 및 문제풀이(재배기술-1.작부체계, 작부체계의 뜻과 중요성)“강의 시간에 기본문제”이므로 반드시 숙지 할 것) 노트정리내용일부>*삼고재배학원론 259쪽 참조*

노트정리 내용 일부입니다

(1) 작부체계의 뜻과 중요성(1)벼의 특수재배

① 작부체계의 뜻 : 작부체계(作付體系; cropping system)란 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 재배방식을 말한다.

문 13. 벼 조식재배에 의해 수량이 높아지는 이유가 아닌 것은?

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

정답 : 4

④ 조식재배의 단점은 영양생장량이 많아져 식물체가 과번무 되기 쉽고, 병충해도 많아지고, 도복되기 쉬우며, 미질이 다소 떨어진다.

(해설) <신지원 손 승운교수 2017년 통합재배학(개론) 최신 개정판 447쪽 수록, 신지원 손 승운교수 2017년 식용작물(학) 최신 개정판 430쪽 수록, 실강과 동강이론 및 문제풀이(통합식용작물(학)-2.벼(미곡), 8.벼의 직파재배 및 특수재배 중(조기재배와 조식재배)“강의 시간에”최근 자주출제“ 되는 기본문제”이므로 반드시 숙지 할 것) 노트정리내용일부>*쌀 생산과학 240~241쪽 참조*

노트정리 내용 일부입니다

식용작물학 : 제2편 벼(미곡)

벼의 특수재배

(1) 조기재배와 조식재배

- ① 조기재배(早期栽培)
 - ㉔ 조기재배(early season culture)는 감온성(조생종) 품종을 일찍 파종, 육묘하여 저온장해를 받지 않는 범위에서 일찍 모내기하여 일찍 수확한다.
 - ㉔ 생육기간이 짧은 북부지역 및 산간고랭지에 알맞은 재배형이다.
 - ㉔ 조기재배의 등숙기간은 30~35일 정도로 짧다.
 - ㉔ 조기재배의 효과
 - ④ 벼의 생육기가 빨라지기 때문에 8월 중순~9월 상순에 빈도가 높은 태풍의 피해를 피할 수 있다.
 - ⑤ 고랭지에서는 등숙기 추냉의 위험을 회피할 수 있다.
 - ⑥ 남부지방에서는 후작으로 추작물의 도입이 가능하여 논외 고도이용으로 토지생산성을 높일 수 있다.
 - ④ 뿌리의 활력이 생육 후기까지 높게 유지되어 추락의 우려가 적다.
- ② 조식재배(早植栽培)
 - ㉔ 조식재배의 의의
 - ④ 한랭지에서 중만생종을 조기에 육묘하여 조기에 이앙하는 재배법을 조식재배(early planting culture)라 한다.

- ㉞ 생육기간을 늘려서 다수확을 목적으로 하기 때문에 중·만생종(감광형) 품종을 선택한다.
- ㉟ 4월 중·하순 못자리 설치, 5월 중·하순 이앙한다.
- ㊱ 출수는 8월 상·중순, 등숙 및 수확은 9월 중·하순쯤 수확하게 된다.
- ㊲ 조식재배의 장점
 - ㉠ 양생장기간이 길어져 단위면적당 이삭수 확보에 유리하다.
 - ㉡ 최적엽면적지수가 높아 광합성량이 많고, 단위면적당 입수(영화수) 확보가 가능하다.
 - ㉢ 등숙기간에 별이 좋아 등숙비율이 높고 수량이 많아진다.
 - ㉣ 한랭지에서는 생육 후기 냉해의 위험성을 줄일 수 있다.
- ㊳ 조식재배의 경우에는 다음과 같은 점에 유의해야 한다.
 - ㉠ 생육기간이 길어지기 때문에 시비량은 보통기재배의 20~30% 증비하여야 한다.
 - ㉡ 잎집무늬마름병(문고병)의 발생이 많고, 남부지방에서는 줄무늬마름병(호엽 고병)에 유의해야 한다.
- ㊴ 조기재배와 조식재배의 경우에는 다음과 같은 공통점에 유의해야 한다.
 - ㉠ 저온기에 육묘하므로 못자리 보온에 유의해야 하고, 저온발아성이 높은 품종을 선택하는 것이 유리하다.
 - ㉡ 생육기간이 길어져 거름을 주는 시기를 잘 조절해야 하며, 시비량을 20~30% 늘려야 한다.
 - ㉢ 양생장량이 많아져 식물체가 과번무 되기 쉽다.
 - ㉣ 병충해도 많아지며, 도복되기 쉽고, 미질은 다소 떨어진다.

문 14. 발아를 촉진시키기 위한 방법으로 옳지 않은 것은?

- 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.

정답 : 2

- ② 감자, 양파에서는 MH(Maleic Hydrazide)를 처리하여 발아를 억제한다.

(해설) <신지원 손 승운교수 2017년 통합재배학(개론) 최신 개정판 495쪽 “종자의 발아와 생육촉진처리”수록, 517쪽 “휴면연장과 발아억제”수록, 실강과 동강이론 및 문제풀이(재배기술-2.종묘, 3. 종지의 발아와 휴면)“강의 시간에 기본문제”이므로 반드시 숙지 할 것) 노트정리 내용일부>*삼고재배학원론 287, 300쪽 참조*

노트정리 내용 일부입니다

(3) 종자의 발아와 생육 촉진처리

- ① 최아 : 벼·맥류·땅콩·가지 등의 경우 발아·생육을 촉진할 목적으로 종자의 싹을 약간 띄워서 파종하는데, 이를 최아(催芽; seed sprouting)라고 한다. 이는 벼의 조기 육묘(早期育苗), 한랭지의 벼농사, 맥류의 만파재배(晩播栽培), 땅콩의 생육 촉진 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 : 전발아처리(前發芽處理)는 포장발아를 100% 되게 하기 위하여 처리하는 방법으로서, 이에선 유체파종(流體播種, 液狀播種; fluid drilling)과 전발아 종자(前發芽種子; 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(硬化 ; hardening)라고 한다.
- ⑤ 과산화물 처리 : 과산화물(過酸化物 ; peroxides)은 물속에서 분해되면서 산소를 방출하여 물에 녹아 있는 용존산소(溶存酸素)를 증가시켜 종자의 발아 및 유묘의 생육을 증진시킨다. 벼 직파재배시 많이 이용하는 방법으로 알려져 있다.
- ⑥ 저·고온처리 : 종자의 발아 촉진을 위하여 흡수한 종자를 5~10℃의 저온에 7~10일 정도 처리하거나, 벼 종자의 경우 50℃로 예열한 뒤 물 또는 질산칼륨(KNO₃)에 24시간 침지하기도 한다.
- ⑦ 발아촉진물질 : GA₃, 티오우레아(thiourea), KNO₃, KCN, NaCN, DNP, H₂S, NaN₃ 등은 발아촉진물질로 잘 알려져 있다.
- ⑧ 박피제거 : 강산(황산·염산)이나 강알칼리성(KOH)용액·NaOCl 또는 CaOCl₂에 종자를 담가 종피의 일부를 녹여줌으로써 경질의 종피를 약화시켜 휴면타파 또는 발아를 촉진시킨다.

4.휴면연장과 발아억제

휴면을 연장하거나 발아를 억제하는 것은 일반 종자의 안전한 저장조건이 되는데, 건조시켜 저온에 밀폐·저장하는 방법이 응용되고 있다.

(1) 온도조절

저온저장이 일반적이며, 감자의 괴경은 0~4℃, 양파는 1℃ 내외로 저장하면 장기간 발아를 억제할 수 있다.

(2) 약제처리

- ① 감 자
 - ㉠ 수확 4~6주 전에 1,000~2,000ppm의 MH-30 수용액을 경엽에 살포한다.
 - ㉡ 수확 후 저장 당시에 TCNB(tetrachloro-nitrobenzene) 6% 분제를 감자 180l(1섬)당 450g의 비율로 분의해서 저장한다.
 - ㉢ 도마톤, 벨비탄K, 노나놀, 클로로, IPC 등의 처리로 발아를 억제한다.
- ② 양 파
 - ㉠ 수확 15일쯤 전에 3,000ppm의 MH 수용액을 잎에 살포한다.
 - ㉡ 수확 당일 MH 0.25%액에 하반부를 48시간 침지한다.
- ③ 담 배
 - ㉠ 전기콜린양액(333ml + 물 20l)을 적심 후 뿌린다.
 - ㉡ 앤티썩, 액아단 수용액도 살포한다.

(3) 방사선 처리(감마선 조사)

감자, 당근, 양파, 밤 등은 약 20,000red의 감마선 조사에 의해서 발아가 억제된다.

문 15. 토양반응과 작물의 생육에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 토양유기물을 분해하거나 공기질소를 고정하는 활성박테리아는 중성 부근의 토양반응을 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.

정답 : 4

④ 벼는 산성 토양에 적응성이 높지만 양파, 시금치는 산성토양에 대한 적응성이 낮다.

(해설) <신지원 손 승운교수 2017년 통합재배학(개론) 최신 개정판 258~259쪽 “토양반응과 작물 생육” 수록, 실강과 동강이론 및 문제풀이(재배환경-1.토양, “토양반응과 작물 생육”) 강의 시간에 “자주 출제 되는 기본문제”이므로 반드시 숙지 할 것) 노트정리내용일부>*삼고재배학 원론 146~147쪽 참조*

노트정리 내용 일부입니다

(3) 토양반응과 작물 생육

- ① 토양 중의 작물 양분의 가급도는 다음의 그림에서 보는 바와 같이 pH에 따라 크게 다르며 중성~미(약) 산성에서 가장 높다.
- ② 강산성 토양에서 양분의 가급도
 - ㉠ 가급도가 감소되어 작물 생육에 불리한 양분은 P, Ca, Mg B, Mo 등이 있다.
 - ㉡ 암모니아가 체내 축적 동화되지 못하고 해작용을 일으킨다(단, 질산염은 이용된다).
 - ㉢ 용해도가 증가하여 그 독성으로 작물 생육이 저해되는 양분은 Al, Cu, Zn, Mn 등이 있다.
- ③ 강알칼리성 토양에서 양분의 가급도 : 가급도가 감소되어 작물 생육에 불리한 양분은 B, Fe, Mn 등이 있다. 또한 Na_2CO_3 와 같은 강염기가 다량 존재하게 되어 작물 생육이 장애를 받는다.
- ④ 토양유기물을 분해하거나 공기질소를 고정하여 유효태 양분을 생성하는 대다수의 활성박테리아는 중성 부근의 토양반응을 좋아한다.
- ⑤ 곰팡이는 넓은 범위의 토양반응에 적응하나, 특히 산성토양에서도 잘 번식한다. 곰팡이의 많은 것은 유기물의 최초분해에 필요하나 어떤 것은 병원균이 되기도 한다.
- ⑥ 강산성·강알칼리성은 점토와 부식을 분산하여 토양입단의 생성을 저해한다.
- ⑦ 강산성 토양에서는 과다한 수소이온 그 자체가 작물의 양분흡수와 생리작용을 저해한다.
- ⑧ 종합적으로 작물의 생육에는 pH 6.0~7.0의 범위가 가장 알맞고, 강산성 pH 5.0 이하나 강알칼리성 pH 8.0~9.0 이상에서 생육하는 작물은 거의 없다.
- ⑨ 알칼리성 토양에 대해서는 사탕무·수수·평지(유채)·양배추·목화·보리·버뮤다글래스 등이 잘 자랄 수 있다.
- ⑩ 산성토양에 대한 작물의 적응성은 다음과 같다.
 - ㉠ 극히 강한 것 : 벼·귀리·루핀·토란·아마·기장·땅콩·감자·봄무·호밀·수박 등
 - ㉡ 강한 것 : 메밀·당근·옥수수·목화·오이·포도·호박·딸기·토마토·밀·조·고구마·베치·담배·수수 등
 - ㉢ 약간 강한 것 : 평지(유채)·피·무 등
 - ㉣ 약한 것 : 보리·클로버·양배추·근대·가지·삼·겨자·고추·완두·상추 등
 - ㉤ 가장 약한 것 : 알팔파·자운영·콩·팥·시금치·사탕무·셀러리·부추·양파 등

문 16. 비료성분의 배합 방법 중 가장 효과적인 것은?

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

정답 : 4

④ 과인산석회 + 용성인비 : 비료의 지속성을 조절할 수 있다. 즉, 필요한 양분이 다르므로 속효성(과인산석회)비료와 지효성(용성인비)비료를 적당히 배합하는 것은 속효성(과인산석회)은 생육 초기에 흡수이용하고, 지효성(용성인비)은 생육후기에 흡수 이용 되므로 매우 유리하다.

(해설) <신지원 손 승운교수 2017년 통합재배학(개론) 최신 개정판 578~579쪽 “비료의 배합” 수록, 실강과 동강이론 및 문제풀이(재배기술-6.시비, 비료의 배합:24,26,27번)“강의 시간에 ”비료의 배합“ 자주 출제 되는 기본문제”이므로 반드시 숙지 할 것) 노트정리내용일부>*삼고재 배학원론 336쪽 참조*

노트정리 내용 일부입니다

5.비료의 배합

한 가지 비료만을 단독으로 사용하는 경우도 있으나 때에 따라서 여러 종류의 비료를 배합해서 주기도 한다. 비료를 배합해서 줄 때에는 다음과 같은 점에 주의해야 한다.

(1) 비료성분이 소실되지 않도록 할 것

- ① 암모니아태 질소를 함유하고 있는 비료에 석회와 같은 알칼리성의 비료를 혼합하면 암모니아가 기체로 변하여 휘산한다.
- ② 질산태 질소를 함유하고 있는 비료에 과인산석회와 같은 산성 비료를 혼합하면 질산은 기체로 되어 휘산한다.
- ③ 질산태 질소를 유기질 비료와 혼합하면 저장 중 또는 사용 후에 질산이 환원되어 소실된다.

(2) 비료성분이 불용성이 되지 않도록 할 것

과인산석회와 같은 수용성 인산이 주성분이 비료에 Ca, Al, Fe 등이 포함된 알칼리성 비료를 혼합하면 인산이 물에 용해되지 않아 불용성이 된다.

(3) 습기를 흡수하지 않도록 할 것

과인산석회와 같은 석회염을 함유하고 있는 비료에 염화칼륨과 같은 염화물을 배합하면 흡습성이 높아져서 액체로 되거나 굳어지기 쉽다.

(4) 배합비료의 장점

- ① 비료의 지속성을 조절할 수 있다(속효성과 지효성 비료를 적당히 배합).
- ② 시비의 번잡성을 덜 수 있다(한 번에 여러 성분의 비료를 균일하게 살포 가능).
- ③ 물리적 성질이 양호해진다(쌀겨와 요소나 황산암모늄과 배합시 결점 보완).
- ④ 황산암모늄을 유기질 비료와 배합하면 건조할 때 굳어지는 결점을 보완해 준다.
- ⑤ 작물에 필요한 영양소를 동시에 사용할 수 있어 시비횟수를 줄일 수 있다.

(4) 유효성분의 형태와 비료

② **인산** : 인산질 비료는 함유되어 있는 인산을 각종 용제에 대한 용해성에 의해서 수용성, 가용성, 구용성, 불용성 등으로 분류된다. 사용상으로 볼 때에는 유기질 인산비료와 무기질 인산비료로 구분된다. 유기질 인산비료에는 동물 똥, 물고기 똥, 구아노(guano), 찐겨, 보리겨 등이 있다. 무기질 인산비료의 중요한 원료는 인광석(磷光石; rock phosphate)이다.

㉠ **과인산석회**[과석; $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + 2\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$] 및 중과인산석회[중과석; 주성분 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$]

㉡ 대부분 수용성이며 속효성이고, 작물에 잘 흡수된다.

㉢ 산성토양에서는 철, 알루미늄과 반응하여 불용화하고 토양에 고정되기 때문에 흡수율이 극히 낮다.

㉣ 토양에 고정되는 것을 경감시켜야 시비 효율이 높아지므로 토양반응의 조정, 퇴비와의 혼합사용, 입상비료 등이 유효하다.

㉤ **용성인비**[3MgO , CaO , P_2O_5 , 3CaSiO_2]

㉥ 구용성인산을 함유하며, 작물에 속히 흡수되지 못하므로 과인산석회 등과 변용하는 것이 좋다.

㉦ 토양 중에서의 고정은 적으며, 규산, 석회, 마그네슘 등을 함유하는 염기성 비료이기 때문에 산성토양을 개량하는 효과도 있다.

24. 비료를 혼합할 때 나타날 수 있는 현상에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 암모니아태 질소와 석회와 같은 알칼리성 비료를 혼합하면 암모니아의 이용효율이 높아진다.
- ② 질산태 질소와 과인산석회와 같은 산성비료를 혼합하면 질산의 이용효율이 높아진다.
- ③ 질산태 질소와 유기질 비료를 혼합하면 시용 후 질산의 환원을 막아 이용효율이 높아진다.
- ④ 수용성 인산비료에 Ca 등이 함유된 알칼리성 비료를 혼합하면 인산의 용해도가 낮아진다.

정답 ④ : 해설-비료 배합의 불리한 요인

- ㉠ 질산태 질소를 함유하고 있는 비료에 과인산석회와 같은 산성비료를 혼합하면 질산은 기체로 되어 휘산한다.
- ㉡ 암모니아태 질소를 함유하고 있는 비료에 석회와 같은 알칼리성의 비료를 혼합하여 암모니아 기체로 변하여 휘산한다.
- ㉢ 질산태 질소를 유기질 비료와 혼합하면 저장 중 또는 시용 후에 질산이 환원되어 소실된다.
- ㉣ 과인산석회와 같은 수용성 인산이 주성분인 비료에 Ca, Al, Fe 등이 포함된 알칼리성 비료를 혼합하면 인산이 물에 용해되지 않아 불용성이 된다.

26. 배합비료를 혼합할 때 주의해야 할 점으로 옳지 않은 것은?

- ① 암모니아태 질소를 함유하고 있는 비료에 석회와 같은 알칼리성 비료를 혼합하면 암모니아가 기체로 변하여 비료성분이 소실된다.
- ② 질산태 질소를 유기질 비료와 혼합하면 저장 중 또는 시용 후에 질산이 환원되어 소실된다.
- ③ 과인산석회와 같은 수용성 인산이 주성분인 비료에 Ca, Al, Fe 등이 함유된 알칼리성 비료를 혼합하면 인산이 물에 용해되어 불용성이 되지 않는다.
- ④ 과인산석회와 같은 석회염을 함유하고 있는 비료에 염화칼륨과 같은 염화물을 배합하면 흡습성이 높아져 액체가 된다.

정답 ③ : 해설-비료 배합의 불리한 요인

- ③ 과인산석회와 같은 수용성 인산이 주성분인 비료에 Ca, Al, Fe 등이 함유된 알칼리성 비료를 혼합하면 인산이 물에 용해되지 않아 불용성이 된다.
- ① 암모니아태 질소를 함유하고 있는 비료에 석회와 같은 알칼리성 비료를 혼합하면 암모니아가 기체로 변하여 비료성분이 소실된다.
- ② 질산태 질소를 유기질 비료와 혼합하면 저장 중 또는 사용 후에 질산이 환원되어 소실된다.
- ④ 과인산석회와 같은 석회염을 함유하고 있는 비료에 염화칼륨과 같은 염화물을 배합하면 흡습성이 높아져 액체가 된다.

27. 배합비료의 장점에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 단일비료를 여러 차례에 걸쳐 시비하는 번잡성을 덜 수 있다.
- ② 속효성 비료와 지효성 비료를 적당량 배합하면 비효의 지속을 조절할 수 있다.
- ③ 황산암모늄을 유기질 비료와 배합하면 건조할 때 굳어지는 결점을 보완해 준다.
- ④ 과인산석회와 염화칼륨을 배합하면 저장 중에 액체로 되거나 굳어지는 결점이 보완된다.

정답 ④ : 해설-비료 배합의 불리한 요인

- ④ 과인산석회와 같은 석회염을 함유하고 있는 비료에 염화칼륨과 같은 염화물을 배합하면 흡습성이 높아져서 액체로 되거나 굳어지기 쉽다.

문 17. 작물의 재배 환경 중 광(光)과 관련된 설명으로 옳지 않은 것은?

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

정답 : 3

- ③ 군락의 형성도가 높을수록 군락의 광포화점이 높아진다.

(해설) <신지원 손 승운교수 2017년 통합재배학(개론) 최신 개정판 400~404쪽 “보상점과 광포화점”수록, 실강과 동강이론 및 문제풀이(재배환경-5.광(光):1번~57번)“강의 시간에 ”광(光)“ 자주 출제 되는 기본문제”이므로 완벽하게 숙지 할 것) 노트정리내용일부>*삼고재배학원론 225~231쪽 참조*

노트정리 내용 일부입니다

(2) 광보상점과 내음성

식물은 보상점 이상의 광을 받아야 지속적인 생육이 가능하다. 따라서, 보상점이 낮은 식물은 그늘에 견딜 수가 있어 내음성이 강하다.

(5) 포장상태에서의 광합성①군락의 광포화점

① 군락의 광포화점

- ㉠ 군락상태 포장에서 작물이 밀생하고 크게 자라서 잎이 서로 엇기고 포개져서 많은 잎들이 직사광을 받지 못하고 그늘에 있는 상태를 군락상태라고 한다.
- ㉡ 포장의 작물은 군락상태를 형성하며, 면적당 수량은 면적당 광합성량에 의해 지배되므로 군락의 광합성이 수량을 지배한다.

㉢ 군락의 광포화점 : 군락의 광포화점은 군락의 형성도가 높을수록 높아지게 되는데, 벼의 경우 고립상태에 가까운 생육 초기에는 낮은 조도에서 광포화를 이루지만 군락이 무성한 출수기 전후에는 전광에 가까운

높은 조도에서 광포화에 도달하지 못하는 경우가 많다. 따라서, 군락이 무성한 시기일수록 더욱 강한 일사가 요망된다.

③ 최적엽면적

- ㉠ 식물의 건물생산은 진정광합성량과 호흡량의 차이, 즉 외견상 광합성에 의해서 결정된다.
- ㉡ 식물군락에서 엽면적이 증대하면 군락의 진정광합성량도 증대하지만 군락의 엽면적이 증가함에 따라 광포화점 이하의 광을 받게 되는 잎이 증가되므로 군락의 엽면적이 어느 정도 이상으로 커지게 되면 엽면적의 증가와 비례하여 진정광합성량은 증대하지 않는 데 반해 호흡량은 엽면적의 증대와 더불어 직선적으로 증가한다.
- ㉢ 식물의 건물생산량은 어느 한도까지는 군락의 엽면적이 증대하는 데 따라서 증대하지만, 그 이상으로는 엽면적이 증대할 경우에는 오히려 건물생산량이 감소하게 되는데, 건물생산이 최대로 되는 단위면적당 군락의 엽면적을 최적엽면적(optimum leaf area)이라고 한다. 군락의 엽면적을 토지면적에 대한 배수치로 표시한 것을 엽면적지수(LAI ; Leaf Area Index)라고 하며, 최적엽면적의 경우 엽면적지수를 최적엽면적지수(optimum LAI)라고 한다. **최적엽면적은 일사량과 군락의 수광태세에 따라서 크게 변동한다.** 수잉기의 벼에 있어서 일사량이 $400\text{cal}/\text{cm}^2/\text{day}$ 일 때 $9,300\text{cal}/\text{cm}^2/\text{day}$ 일 때 $6,100\text{cal}/\text{cm}^2/\text{day}$ 일 때 4라고 한다. 옥수수에 있어서는 수광태세가 좋은 직립엽의 경우에는 8 이상인데, 수광태세가 나쁜 수평엽의 경우에는 2.5~3이 된다고 한다. 최적엽면적지수를 크게 한다는 것은 군락의 건물생산을 크게 하여 수량은 증대시킨다는 것을 의미한다. 그러므로 재식밀도, 시비법 등을 초기에는 엽면적의 증대를 꾀하는 방향으로 조절하고, 후기 즉 최적엽면적에 도달한 연후에는 엽면적의 증대보다는 단위동화능력이 증대되도록 조절해야 한다.

문 18. 유전자지도 작성에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 연관된 유전자간 재조합빈도(RF)를 이용하여 유전자들의 상대적 위치를 표현한 것이 유전자지도이다.
- ② F_1 배우자(gamete) 유전자형의 분리비를 이용하여 RF 값을 구할 수 있다.
- ③ 유전자 A와 C 사이에 B가 위치하고, A-C 사이에 이중교차가 일어난 경우, A-B간 RF = r, B-C간 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.

정답 : 3

③ 유전자 A와 C 사이에 B가 위치하고, A-C 사이에 이중교차가 일어난 경우, A-B간 RF = r, B-C간 RF = s, A-C 간 RF = t 일 때 $r + s > t$ 이다.

(해설) <신지원 손 승운교수 2017년 통합재배학(개론) 최신 개정판 113~114쪽 “연관, 교차, 재조합, 유전자지도”수록, 실강과 동강이론 및 문제풀이(작물의 유전성-2.육종의 기초:45,64,65,71,72,74,75,76,78,79번)“강의 시간에 ”연관, 교차, 재조합, 유전자지도관련“자주 출제되는 기본문제”이므로 완벽하게 숙지 할 것) 노트정리내용일부>*삼고재배학원론 97~99쪽 참조*

노트정리 내용 일부입니다

6.유전자 연관과 재조합 및 유전자지도

(3) 부분 연관

①교차

유전자의 연관관계가 일부 파괴되는 원인은 감수분열을 할 때(전기 감수분열의 과정참조) 그림에 표시된 바와 같은 염색체의 교차가 생겨서 일부의 유전자가 서로 조환되기 때문이다. 이때 염색체의 교차가 생겨서 일부의 대립유전자가 조환된 배우자를 교차형이라고 한다. 교차형과 비교형의 합계에 대한 교차형의 비율을 교차율 또는 조환가라고 한다. 교차율은 유전자의 연관이 파괴되는 정도를 의미한다.

②재조합빈도

F_1 배우자(gamete) 유전자형의 분리비를 이용 전체 배우자(개체) 중 재조합형의 비율을 재조합 빈도(再組合頻度 ; recombination frequency, RF)라고 한다. 연관된 유전자 사이의 재조합 빈도는 0~50% 범위에 있으며, 유전자 사이의 거리가 멀수록 재조합 빈도는 높아진다. RF = 0은 재조합형이 하나도 안 나온 것으로, 이를 완전연관(完全聯關 ; complete linkage)이라고 한다. RF = 50은 유전자들이 독립적임을 나타낸다.

⑥유전자 지도

㉠ 연관된 두 유전자 사이의 재조합 빈도(RF)는 유전자 간 거리에 비례하며, 재조합 빈도를 이용하여 유전자들의 상대적 위치를 표시한 그림을 유전자지도(遺傳子地圖 ; genetic map)라고 한다. 유전자지도에서 지도거리 1단위(1cM, 1 centi Morgan)는 재조합 빈도 1%이며, 이것은 100개의 배우자 중에서 재조합형이 1개 나올 수 있는 유전자 간 거리이다.

㉠ 유전자표지5.유전자의 상호작용

유전자표지(遺傳子標識 ; gene marker)를 이용하여 작성한 유전자지도를 염색체지도(染色體地圖 ; chromosome map)라고 부른다. 염색체지도 작성은 주로 3점검정교배(三點檢定交配 ; three-point testcross : 삼성잡종을 3중열성동형접합체와 교배하는 것)를 이용한다.

이미 알려진 유전자 A, B와 새로운 유전자 C의 3점검정교배 $AaBbCc/aabbcc$ 에서 재조합 빈도(RF)가 A-B간 RF=r, C-A간 RF=s, C-B간 RF=t 일 때, $r+s=t$ 또는 $r+t=s$ 이면 C는 A의 앞 또는 B의 뒤에 위치한다. 그리고 $s+t=r$ 이면 A와 B 사이에 C가 있게 되는데, $s+t=r$ 보다는 $s+t>r$ 인 경우가 많다. 이는 A-B 사이에 2중교차가 일어나 RF 값이 낮게 나왔거나 또는 간섭(干涉 ; interference : 한 곳에서 교차가 일어나면 그 인접 부위에서 교차발생이 억제되는 현상)이 생겼기 때문이다.

㉡ 최근에는 DNA 분자표지를 이용하여 분자표지도(分子標識地圖 ; molecular map)를 만들며, 이는 매우 정밀하여 고밀도유전자지도(高密度遺傳子地圖 ; high resolution linkage map)라고 한다. 그리고 유전자지도 상의 특정 위치에 해당하는 DNA 단편을 순서대로 나열하여 물리지도(物理地圖 ; physical map)를 작성하며, 더 나아가 특정 DNA의 염기서열을 나타낸 염기서열지도(鹽基序列地圖 ; base sequencing map)를 만들고 있다.

㉢ 유전자지도는 교배 결과를 예측하여 잡종 후대에서 유전자형과 표현형의 분리를 예측할 수 있다. 따라서, 유전자지도는 새로 발견된 유전자의 연관분석을 하거나 특정 형질을 선발하는데 이용되며, 또한 유전자 조작에 사용할 유전자의 위치를 아는 데도 필요하다.

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

- 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.

정답 : 1

① 중복유전자에서는 똑같은 형질에 관여하는 여러 유전자들이 독립적으로 그 작용이 비누적적이고 서로 중복되어 있다. 그러나 복수유전자에서는 같은 형질에 관여하는 여러 유전자들이 누적효과를 나타낸다.

(해설) <신지원 손 승운교수 2017년 통합재배학(개론) 최신 개정판 101~108쪽 “유전자의 상호작용”수록, 실강과 동강이론 및 문제풀이(작물의유전성-2.육종의 기초:46,47,48,50~55,60번)“강의 시간에 “유전자상호작용”자주 출제되는 기본문제”이므로 완벽하게 숙지 할 것) 노트 정리내용일부>*삼고재배학원론 94~97쪽 참조*

노트정리 내용 일부입니다

5. 유전자의 상호작용

(1) 대립유전자의 우성관계

이형접합체(F_1)의 표현형은 대립유전자의 기능에 의하여 완전우성·불완전우성·공우성 등으로 나타나는 대립유전자 상호작용이다.

1. 완전우성 : 이형접합체에서 우성형질만 나타나며, F_2 의 표현형은 3:1로 분리된다. 멘델의 교배실험은 모두완전 우성이었다.
2. 불완전우성 : 이형접합체가 양친의 중간 형질을 나타내고 F_2 의 표현형은 1:2:1로 분리된다. 코스모스·금어초·분꽃의 꽃 색깔 등은 불완전 우성이다.
3. 공우성 : 이형접합체에 두 대립유전자의 특성이 모두 나타나며, 이 경우에도 F_2 의 표현형은 1:2:1로 분리된다. 효소단백질의 아이소자임, 사람의 MN 혈액형의 유전도 공우성이다.

(2) 복대립유전자

- ① 대립유전자의 어떤 것이 돌연변이를 일으켜서 종래의 것과 다른 형질을 발현하고, 또 종래의 대립유전자와 우열관계를 표시하게 된다면 복수의 대립관계가 표시될 것이다.
- ② 예를 들면, 초파리에서 붉은눈(적안)은 에오신눈이나 흰눈에 대하여 3 : 1의 F_2 분리비를 보이고, 또 에오신눈은 흰눈(백안)에 대하여 단순우성이어서, 붉은눈·에오신눈·흰눈은 복수의 대립관계를 보이고 있다. 이와 같이, 복수의 대립관계를 표시하는 유전자들을 복대립유전자라고 한다.
- ③ 2배체생물($2n$)은 개체마다 각 형질에 대한 대립유전자를 2개씩 가지고 있다. 그러나 집단으로 보면 같은 유전자좌에 여러 개의 대립유전자가 있게 되는데, 이를 복대립유전자(複對立遺傳子; multiple allele)라고 한다. 복대립유전자는 같은 유전자좌에서 반복적으로 돌연변이가 일어난 결과이다.
- ④ 작물의 자가불화합성은 S 유전자좌의 복대립유전자가 지배한다. 벼의 색깔에 대한 A 와 C 유전자좌의 복대립유전자들이 조합할 수 있는 유전자형은 60가지이다. 병해충에 대한 저항성 유전자도 복대립유전자가 많다. 복대립유전자들 간에는 대립유전자의 기능에 의하여 완전 우성·불완전 우성·공우성 등이 나타난다.

(3) 비대립유전자의 우성관계

1. 유전자가 형질을 발현함에 있어서는 원칙적으로 대립유전자 간에 서로 영향이 없고 독립적이다. 그러나, 경우에 따라서는 대립유전자 간에 서로 형질 발현에 영향을 끼치는 일도 있어 이것을 유전자 상호작용

용이라 한다.

2. 양성잡종($AaBb$)에서 비대립유전자 A 와 B 가 독립적일 때 F_2 의 표현형 분리는 $A_B_ : A_bb : aaB_ : aabb = 9 : 3 : 3 : 1$ 이다.

3. 그러나 상위성이 있는 경우에는 유전자상호작용에 따라 여러 가지 분리비가 나타난다.

<1> $(9A_B_ : (3A_bb + 3aaB_ + 1aabb)) = 9 : 7 \rightarrow$ 보족유전자

<2> $(9A_B_ + 3A_bb + 3aaB_ : 1aabb) = 15 : 1 \rightarrow$ 중복유전자

<3> $(9A_B_ : (3A_bb + 3aaB_ : 1aabb)) = 9 : 6 : 1 \rightarrow$ 복수유전자

<4> $(3aaB_ : (9A_B_ + 3A_bb + 1aabb)) = 3 : 13 \rightarrow$ 억제유전자

<5> $(9A_B_ + 3A_bb) : (3aaB_ : 1aabb) = 12 : 3 : 1 \rightarrow$ 우성상위(피복유전자)

<6> $(9A_B_ : (3A_bb) : (3aaB_ + 1aabb)) = 9 : 3 : 4 \rightarrow$ 열성상위(조건유전자)

4. 보족유전자(補足遺傳子; complementary gene)는 여러 유전자들이 함께 작용하여 한 가지 표현형이 나타난다(예, 벼의 밑동색깔).

5. 중복유전자(重複遺傳子; duplicate gene)는 똑같은 형질에 관여하는 여러 유전자들이 독립적으로 그 작용이 비누적적이고 서로 중복되어 있다.(예, 냉이의 씨꼬투리모양)

6. 복수유전자(複數遺傳子; multiple gene)는 같은 형질에 관여하는 여러 유전자들이 누적효과를 나타낸다(예, 관상용 호박의 모양).

7. 억제유전자(抑制遺傳子; inhibiting gene, suppressor)는 다른 유전자작용을 억제하기만 한다(예, 수수의 알갱이 색깔).

8. 우성상위(優性上位; dominant epistasis)는 물질대사의 두 경로에서 A 유전자가 작용하지 않을 때에만 B 유전자의 작용이 나타난다(예, 귀리꽃의 외영색깔).

9. 열성상위(劣性上位; recessive epistasis)는 A 유전자가 있어야 B 유전자의 작용이 나타난다(예, 현미의 종피색깔).

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

- ① 벼의 열풍건조 온도를 55°C 로 하면 45°C 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 중에서 발생한 상처는 고온 · 건조한 조건에서 유상조직이 형성되어 치유가 촉진된다.
- ④ 현미에서는 지방산도가 $20 \text{ mg KOH}/100 \text{ g}$ 이하를 안전저장 상태로 간주하고 있다.

정답 : 4

④ 현미에서는 지방산도가 $20 \text{ mg KOH}/100 \text{ g}$ 이하를 안전저장 상태로 간주하고 있다.

(해설 1)

- ① 벼의 열풍건조 온도를 45°C 로 하면 55°C 로 했을 때보다 건조시간도 6시간으로 그다지 길지 않으며, 동할미와 싸라기 비율이 감소된다.
- ② 비호흡급등형 과실은 수확 시 상처를 받거나 과격한 취급, 수확 후 부적절한 저장 조건에서는 스트레스에 의하여 에틸렌의 생성이 급증할 수 있다.
- ③ 수분함량이 높은 감자의 수확작업 중에서 발생한 상처는 수확 직후 약 2주 동안 바람이 잘 통한 서늘한 조건에서 예랭 처리 후, 고온($10\sim 15^{\circ}\text{C}$ 이하)·다습($90\sim 95\%$ 이상)한 조건에서 유상조직이 형성되어 치유(큐어링)가 촉진된다.

(해설 2) <신지원 손 승운교수 2017년 통합재배학(개론) 최신 개정판 691~706쪽 “작물의 수

확 및 수확후관리”수록, 실강과 동강이론 및 문제풀이(재배기술성-11.육종의 기초:수납)“강의 시간에 ”작물의 수확 및 수확후관리“자주 출제되는 기본문제”이므로 통합적으로 완벽하게 숙지 할 것) 노트정리내용일부>*삼고재배학원론 399~406쪽 참조*

노트정리 내용 일부입니다

작물의 수확 및 수확 후 관리

④ 건조기술

㉠ 곡 물

㉡ 곡물을 열풍건조할 때 알맞은 건조온도는 45℃ 정도이다. 45℃ 건조는 도정률(搗精率)과 발아율(發芽率)이 높고 동할률(胴割率)과 썩미율(碎米率)은 낮으며, 건조시간도 6시간으로 그다지 길지 않다. 55℃ 이상에서 건조하면 동할률과 썩이기 비율이 급증하며, 단백질이 응고되고 전분이 노화되어 발아율이 떨어질 뿐만 아니라 식미가 낮아진다.

㉢ 건조기의 승온(乘溫)조건은 시간당 1℃가 적당하다. 급속한 고온건조는 동할률이 급증하고 유기물이 변성되어 품질이 저하된다. 건조속도는 시간당 수분감소를 1% 정도가 알맞다.

㉣ 쌀의 경우 수분 함량은 15~16%가 되도록 말려야 한다. 수분 함량이 12~13%로 낮으면 저장에는 좋으나 식미가 낮아진다. 수분을 16~17%로 건조하면 도정효율과 식미는 좋으나 변질되기 쉽다.

(4) 작물의 수확 후 생리작용 및 손실요인*작물의 수확 및 수확후관리*

작물을 수확하여 저장하면 다음과 같은 생리적 및 물리적 요인에 의하여 품질의 변화가 일어난다.

① 물리적 요인에 의한 손실 : 수확 · 선별 · 포장 · 운송 및 적재과정에서 발생하는 기계적 상처에 의하여 손실이 발생한다. 감자의 경우 수확 후 손실의 약 20%가 물리적 요인에 의한 것으로 보고되었다.

② 호흡에 의한 손실 : 작물은 수확 후에도 생명활동의 위하여 세포호흡을 계속하며, 그 결과 저장양분이 호흡기질로 소모되어 중량이 감소하고 수분이 발생하며 호흡열이 발생한다.

과실 중에서 수확 후 호흡급등현상(呼吸急騰現象 : climacteric rice)이 나타나기도 하는데, 이 현상이 나타나는 과실로는 사과 · 배 · 토마토 · 복숭아 · 수박 · 멜론 · 감 · 살구 · 무화과 · 망고 · 아보카도 · 바나나 · 키위 · 파파야 등이 있다.

③ 증산에 의한 손실 : 작물이 수확되면 어미식물로부터 수분공급은 중단되는 반면에 수확물의 증산(蒸散)은 계속되므로 수분이 손실되어 중량의 감소가 일어난다.

신선작물은 중량의 70~95%가 수분이므로 수분이 손실되면 위조, 위축이 일어나 모양 · 질감 및 향기가 나빠져서 품질이 저하된다. 증산에 의한 수분손실은 호흡에 의한 손실보다 10배나 큰데, 이 중 90%는 기공증산(氣孔蒸散), 8~10%는 표피증산(表皮蒸散)을 통하여 손실된다.

④ 맹아에 의한 손실 : 수확 직후의 작물은 일반적으로 휴면상태에 놓이므로 발아가 억제된다. 그러나 일정 기간이 지나면 휴면이 타파되고 발아, 즉 맹아(萌芽 : sprouting)에 의하여 품질이 저하된다.

⑤ 병리적 요인에 의한 손실 : 수확과정에서 받은 기계적 상처와 저장 중 생리적 요인에 의하여 각종 병원균의 침입을 받아 부패하기 쉽다. 병원균에 의하여 나타나는 병들은 1차감염 후 다시 2차 세균감염이 일어나 급속히 양적 · 질적 손실을 야기한다.

⑥ 에틸렌 생성 및 후숙 : 과실은 성숙함에 따라 에틸렌(ethylene)이 다량 생합성되어 후숙(後熟 : after-ripening, postmaturity)이 진행된다. 특히, 호흡급등형(呼吸急騰型) 원예작물에서 호흡급등기에 에틸렌 생성이 증가되어 급속히 후숙된다. 비호흡급등형(非呼吸急騰型)이라 하더라도 수확시 상처를 받거나 과격한 취급, 부적절한 저장조건에서는 스트레스에 의하여 에틸렌 생성이 급증할 수

있다. 엽채류와 근채류 등의 영양조직은 과일류에 비하여 에틸렌 생성량이 적다.

(2) 안전저장의 조건

① 저장물의 처리

㉠ 품종의 선택

㉡ 고구마, 감자, 사과, 배 등에서는 품종에 따라서 저장성에 차이가 크므로 저장성이 높은 품종을 선택한다.

㉢ 일반적으로 과실에 있어서는 만생종이 중생종이나 조생종에 비해 월등하게 저장성이 강하다.

㉣ 사과는 국광, 후지 등이 저장성 품종이다.

㉤ 재배조건 : 질소를 과다하게 준 나무의 과실이나 착색이나 숙기를 촉진시키기 위하여 생장조절제를 사용한 과실은 저장성이 떨어진다.

㉥ 성숙도 : 지나치게 미숙하거나 과숙하면 저장성이 떨어진다.

㉦ 선별 : 과실, 덩이줄기, 덩이뿌리 등에서는 상처가 나고 병에 걸린 것을 제거하고 저장하는 것이 좋다.

㉧ 건조 : 곡류는 건조를 잘하여 수분 함량이 낮을수록 저장이 용이하다.

㉨ 예랭 : 과실, 감자, 고구마 등은 수확 후 바람이 잘 통하는 그늘이나 나무 아래 펼쳐 과실의 온도를 신속히 내려주는 예랭을 하는 것이 저장 중의 부패가 적고, 신선도가 유지되며, 증산억제로 저장성이 높아진다.

㉩ 방열 : 과실, 감자, 고구마는 수확 후 통풍이 잘되는 곳에 얹게 펴서 몸을 식히고 말리는 것이 저장이 잘 된다.

㉪ 큐어링(curing) : 수확 직후의 감자는 10~15°C, 습도 90~95%인 곳에 2주일간 보관, 고구마를 온도 32~33°C, 습도 90~95%인 곳에 3~6일간 보관하였다가 방열시킨 뒤에 저장하면 상처와 병반부가 아물고 당분이 증가하여 저장이 잘되고 품질도 좋아진다.

㉫ 발아억제처리 : 건조시켜서 저장할 수 없는 것들은 인위적인 발아억제처리가 필요하다. 온도조절로서 감자는 0~4°C, 양파는 1°C 내외로 저장하며, MH와 같은 약제처리나, γ선 조사에 의해 발아를 억제하기도 한다.

③ 작물별 안전저장조건

㉠ 쌀

㉡ 안전저장조건은 온도 15°C, 상대습도 약 70%이다. 고품질을 유지할 수 있는 쌀의 수분 함량은 15~16%이다.

㉢ 공기 조성을 산소 5~7%, 탄산가스 3~5%로 유지시키면 더욱 안전하다.

㉤ 기타 곡물

㉡ 미국에서는 1년간 안전저장을 하기 위한 수분 함량의 최고 한도로 옥수수·수수·귀리는 13%, 보리 13~14%, 그리고 콩은 11%를 적용한다.

㉢ 5년 이상 장기저장하려면 수분 함량을 이보다 2% 정도 더 낮게 한다.

㉥ 식용감자 및 씨감자

㉡ 안전저장조건은 온도 3~4°C, 상대습도 85~90%이다.

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

㉥ 가공용 감자

㉡ 저장적온은 10°C이며, 이보다 저온에서는 당 함량이 증가하여 품질이 낮아진다.

- ㉔ 10°C에서는 휴면이 빨리 타파되어 발아하므로 장기저장은 어렵다.
- ㉕ 고구마
 - ㉔ 안전저장조건은 온도 12~15°C, 상대습도 85~90%이다. 단, 저장전처리(貯藏前處理)로 반드시 큐어링을 해야 한다.
 - ㉔ 큐어링은 수확 직후 30~33°C, 90~95%의 상대습도에서 3~6일간 실시한다. 큐어링이 끝나면 13°C까지 방냉한 후 본저장(本貯藏)을 한다.
 - ㉔ 고구마는 0°C에서 21시간, -15°C에서 3시간이면 냉동해를 입는다.
- ㉖ 과일 : 대부분의 과실은 온도 0~4°C, 상대습도 80~85%에 저장하는 것이 알맞다.
- ㉗ 엽·근채류 : 대부분의 엽채류는 온도 0~4°C, 상대습도 90~95%에 저장하는 것이 알맞다.
- ㉘ 고춧가루
 - ㉔ 수분 함량 11~13%, 저장고의 상대습도 약 60%가 안전저장조건이다.
 - ㉔ 수분이 10% 이하로 건조되면 탈색되고, 19% 이상되면 갈변하기 쉽다.
- ㉙ 마늘
 - ㉔ 수확 직후의 마늘은 수분 함량이 약 80% 정도가 되므로 예건(豫乾)과정을 거쳐서 수분 함량을 65% 정도로 낮추어야 한다.
 - ㉔ 상온저장은 0~20°C, 상대습도 약 70%가 알맞고, 저온저장은 0~5°C, 상대습도 약 65%가 알맞다.
- ㉚ 바나나 : 열대작물이므로 13°C 이상에서 저장하며, 13°C 이하에서는 냉해를 입는다.

(1) 저장 중의 소모와 피해

- ① 저장 중 곡물의 변화 : 곡물(穀物)의 경우 저장 중에 다음과 같은 이화학적 및 생물적 변화가 일어난다.
 - ㉔ 저장 중 호흡소모와 수분 증발 등으로 중량감소가 일어난다.
 - ㉔ 저장 중 생명력의 지표인 발아율이 저하된다.
 - ㉔ 지방의 자동산화에 의하여 산패(酸敗)가 일어나므로 유리지방산이 증가하고 묵은 냄새가 난다. 유리지방산도(遊離脂肪酸度)는 곡물의 변질을 판단하는 가장 중요한 지표물질이다.
 - ㉔ 저장 중 전분(포도당)이 α -아밀라아제(α -amylase)에 의하여 분해되어 환원당 함량이 증가한다.
 - ㉔ 저장 중 곡물에서 미생물과 해충, 그리고 쥐 등의 가해로 양적으로 손실되고 품질이 저하된다.
- ② 쌀의 저장
 - ㉔ 같은 저장조건일 경우 벼로 저장하는 것이 현미저장보다 쌀의 품질이나 도정률 및 식미유지면에서 비교적 유리하다.
 - ㉔ 쌀의 경우 안전저장지표는 발아율 80% 이상, 호흡에 의한 건물중량 손실을 0.5% 이하, 지방산가 20mgKOH/100g 이하이고, 나쁜 냄새가 없는 것이다.