

6 倍體 트리티케일과 4 倍體호밀 交雜에서의 交雜率, 染色體數 變異 및 作物學의 特性

黃鍾珍*, 河龍雄*, 李弘祐**

Crossability, Variation in Chromosome Number, and Agronomic Characters in Hybrid of Hexaploid Triticale with Tetraploid Rye.

Jong Jin Hwang*, Yong Woong Ha*, and Hong Suk Lee**

ABSTRACT : This experiment was carried out to investigate seed set, variation in chromosome number, and agronomic characteristics of the progeny in the cross between hexaploid triticale variety, Sinkihomil(P_1) and tetraploid rye variety, Dooroohomil(P_2).

Seed set rate obtained was 30.5% in the cross of Sinkihomil with Dooroohomil, whereas 3.26% in reciprocal cross using Dooroohomil as female. Also seed set was 8.75% in F_1/P_1 , 7.20% in F_1/P_2 , and 1.53% in $F_2(=F_1/F_1)$, respectively. Germination rate of crossed seed was 37% in cross of P_1 with P_2 , 39.0% in $F_1/P_1(BC_1)$, 50% in $F_1/P_2(BC_2)$ and 43.0% in $F_1/F_1(F_2)$, and 1,000 grain weight was 20.7g in the cross of P_1 with P_2 , which have 41.9g and 47.7g, respectively, 24.5g in F_1/P_1 , 23.6g in F_1/P_2 , and 24.5g in F_1/F_1 , respectively. In pollen fertility of F_1 plant, 69.8% turned out to be abnormal or sterile pollen grains, whereas 30.2% was fertile or normal. In meiosis of pollen mother cell of F_1 plant, 13.5 univalents, 8.89 bivalent and 1.24 trivalent were appeared. Somatic chromosome number of 35 in F_1 , both 32 to 33 and 35 to 36 in F_2 , 35 to 39 in BC_1 and 28 to 36 in BC_2 which mean producing female gamete was 14 to 18 chromosome in PMC of F_1 plant. Rate of fertile plant turned out to be 100% in F_1 , 4.5% in F_2 , 42.9% in BC_1 , and 50.0% in BC_2 , respectively. Number of seed set per spike appeared to be 1.17 in F_1 plant, 13.3 in F_2 , 2.36 in BC_1 , and 3.75 in BC_2 , respectively. Days to heading of F_1 was intermediate, but F_2 was later than both parents. Plant height of F_1 , BC_1 , and BC_2 was shorter than both parent, but F_2 , longer than both parents.

* 農村振興廳 作物試驗場(Crop Experiment Station, RDA, Suwon 441-440, Korea)

** 서울대학교 농학과(Agronomy Dept., Seoul National Univ., Suwon, Korea)

〈접수일자 : 1992. 5.12〉

트리티케일은 1875년 영국의 A. S. Wilson 이 밀과 호밀의 交雜에서 나온 不稔 植物體를 報告하므로써 그 研究가 시작되었으며 독일의 W. Rimpau는 1888년 밀과 호밀의 交雜에서 나온 稔性 個體를 최초로 얻게 되었다³⁾. 그후 밀과 호밀의 交雜에 관한 많은 研究가 유럽 각지에서 진행 되었다³⁾. 1935년 스웨덴의 A. Muntzing이 밀과 호밀의 交雜後代의 稔性機作을 究明 하였으며 또한 胚培養 技術과 콜히친에 의한 染色體 倍加 技術에 힘입어 1937년에는 프랑스의 P. Givauden이 불임 개체의 染色體 倍加로 稔性 트리티케일을 育成하게 되었다. 캐나다, 멕시코, 헝가리 등지에서도 1950년대부터 實用作物로서 트리티케일을 研究하기 시작하였고 1968년에는 완전임성, 短稈 등의 농업적 特性이 우수한 Armadillo 계통이 CIMMYT 研究家들에 의해 발견되어 현재 대부분의 育成品種의 祖上이 되고 있다. 헝가리에서는 2차 트리티케일을 育成하여 1969년에 최초의 獎勵品種을 育成하게 되었다. 1970년대에는 이미 收量, 熟期, 品質 등이 밀 수준에 이르렀으며 제빵 및 제분 特性 등도 계속 개선이 이루어져 최근에는 여러가지 栽培特性에서 밀의 장려品種을 능가하는 계통들이 育成 보급되고 있으며 특히 밀이나 기타 작물이 재배되지 않는 限界地域이나 불량 환경 조건에서의 생육이 우수하여 그재배 면적이 확대 되어가는 추세에 있다^{3,7)}.

트리티케일을 分類 하는데는, 사용된 兩親의 종류, 倍數性 및 育成段階 등을 고려하여 나눌 수 있는데 빵밀과 호밀을 交雜하여 染色體를 倍加시킨 경우와 듀럼과 호밀을 交雜하여 배가시킨 경우 각각 8배체 및 6배체 트리티케일이 생기는데 이들 모두 1차 트리티케일이라 부른다. 이런 여러계통들이 같은 染色體 수준(6배체 또는 8배체)에서 상호교배 되면 유전적으로 再組合된 계통이 얻어지며 이를 재조합 트리티케일이라 한다⁴⁾.

또한 8배체와 6배체의 交雜에서 나온 경우에 2차 트리티케일이 되며 트리티케일과 밀의 交雜에서 얻은 경우는 置換 트리티케일이라 부르며 2차 트리티케일과 빵밀의 交雜에서 얻은 경우는 2차 치환계통이라^{2, 4)} 부른다. 또한 6배체 트리티케일과 2배체 또는 4배체 호밀을 交雜하거나 여러가지

조합으로 戻交雜하면 10배체, 8배체, 6배체 또는 4배체 트리티케일을 育成하게 되는데¹³⁾ 이와 같이 호밀을 사용할 경우 細胞學的으로 불안정하고 雜種 식물체의 活力과 稔성이 약하여 아직 실용화 되지 못하고 있다.

6배체 트리티케일과 4배체 호밀을 교배하면 그 F_1 의 계능 組成은 ABRRR 로서 35개의 染色體를 갖게 되며 이 後代에서는 여러가지 染色體數를 갖는 개체들이 分離하게 된다¹⁾. 이들 교배된 F_1 은 대체로 成熟이 늦고 形態는 兩親의 中間을 보이나 호밀과 비슷하다는 보고도¹⁴⁾ 있는데 밀 계능(A와 B 계능)에 대한 호밀계능(R계능)의 比率이 기준치 보다 높을 때에만 호밀 형태를 보이며 이는 6배체 트리티케일 × 4배체 호밀에서 6배체 트리티케일 × 2배체 호밀에서 보다 많았다고 한다.

이들 6배체 트리티케일과 2배체 또는 4배체 호밀을 交雜한 후대 또는 이들의 戻交雜 후대에서 임성이나 감수분열 不規則性的의 계통간 차이는 밀 계능(A, B)의 染色體 構成이 다르기 때문이며¹⁰⁾ 임성이 있고 세포적으로 안정된 식물체를 얻을 수 있으며¹¹⁾ 花粉親으로 2배체 호밀보다는 4배체 호밀이 6배체 트리티케일과의 交雜率이 높아 유리하다.¹⁴⁾ 또 F_1 의 自殖時 稔實率은 이삭당 4개로 비교적 높았으며 F_2 는 1.5개로 낮았다¹⁾. 交雜된 雜種 種子의 發芽率은 평균 23.8%라는 보고가 있다.¹⁰⁾ Kurkiev 등⁶⁾은 얻어진 雜種 種子의 發芽率은 授粉期間 동안의 氣候條件에 크게 影響 받는 것 같다고 하였다.

Sabeva¹⁰⁾는 2배체 보다 4배체 호밀을 사용할때 減數分裂時 2價의 빈도가 높다고 하였다. 4배체 호밀과 6배체 트리티케일을 교배하면 호밀의 세포질을 갖는 4배체 트리티케일을 育成할수 있는데⁸⁾ 임성은 0-75.6%를 보이고 종실은 쭈그렁이었다.

6배체 트리티케일과 4배체 호밀을 交雜 또는 戻交雜 하면 4배체 트리티케일을 얻을수 있으며 이들 F_1 은 兩親의 半數體 계능씩을 갖게 되며 染色體는 안정되나 임성과 收量성이 낮다.¹⁾

本 實驗은 6배체 트리티케일인 신기호밀과 4배체 호밀인 두루호밀을 交雜하여 그後代에서 나타나는 稔實率, 發芽率, 千粒重, 體細胞 染色體數, 減數分裂 現象, 花粉의 活力 및 기타 作物學의 特

성을 조사하여 트리티케일 品種育成의 효율을 높일 수 있는 육종방법을 모색하고자 실시하였으며 그 결과를 보고 하고자 한다.

材料 및 方法

1. 供試品種 및 雜種世代 경과

본 실험은 麥類研究所 試驗圃場 및 溫室에서 1987년부터 1990년까지 수행 하였으며 공시재료는 6배체 트리티케일 신기호밀(P_1)과 4배체 호밀 두루호밀(P_2)을 使用하였다. 人工交配는 온실을 이용하였으며, 交雜親和性 與否를 알기 위하여 신기호밀¹⁵⁾과 두루호밀⁵⁾의 正逆交配를 하였으며, 正交配한 F_1 (신기호밀/두루호밀)을 自殖하여 F_2 種子를 얻었으며, 正交配한 F_1 에 신기호밀을 化분친으로 교배하여 BC_1 , F_1 에 두루호밀을 化분친으로 교배하여 BC_2 種子를 생산하였다. 이들 正逆交配된 F_1 과 F_2 , BC_1 , BC_2 세대 種子들은 交雜率(交配率), 千粒重, 發芽率 등을 조사한 후 體細胞 染色體數를 調査하였다. 體細胞 染色體數가 조사된 개체들은 1989년 10월 25일 麥類研究所 실험포장에 畦幅 40cm, 株間距離 20cm로 移植하여 1990년 4월부터 作物學의 特性을 조사하는 한편, 온실에서는 F_1 식물체를 이용하여 花粉의 稔性을 조사하고, 花粉 母細胞의 染色體數를 관찰하였다.

2. 조사형질 및 方法

형질들의 조사방법과 기준은 다음과 같다.

1) 交雜親和性: 除雄하여 교배에 이용된 穎花數에 대한 稔實粒의 비율(%)로 나타내었다.

2) 千粒重: mg 단위의 디지털 저울을 이용하여 1립 단위로 측정 한 후 1000배 하였다.

3) 體細胞 染色體數: 種子를 20°C 定溫에 置床하여 뿌리가 2-3cm 伸張했을 때 根端을 채취하여 0°C에 20시간 저온처리 하였으며, 저온 처리된 재료는 3:1 용액(에칠알콜: 초산)에 24시간 침지 후 0.7% 아세트카민으로 染色하였다. 염색된 뿌리를 Squash 方法으로¹²⁾ 식물체당 2뿌리 이상, 그리고 뿌리당 3세포 이상을 200-400배 光學顯微鏡으로 관찰하였다.

4) 化分の 임성: 개화직전의 수술을 채취하여

0.7% 아세트카민으로 염색한 후 염색정도에 의해 化分の 임성을 판단하였다. 염색이 완전한 것은 임성, 염색이 안된 것은 不稔으로 간주하였다. 組合當 5개체 이상, 개체당 1이삭, 이삭당 5개 이상의 수술을 100배-200배 光學顯微鏡으로 관찰하였다.

5) 감수분열 관찰: 化분모세포의 감수분열기에 해당하는 幼穗를 채취하여 第1中期(Metaphase I)상에서 1가, 2가, 3가 및 4가 染色體를 光學顯微鏡하에서 200-400배로 관찰하였다.

6) 임성개체의 비율: 이삭당 1립 이상의 종실을 갖는 개체를 임성개체로 하였으며 총 공시개체에 대한 임성개체의 백분율로 하였다.

7) 임실립수: 임성개체들의 평균 3이삭을 탈곡하여 이삭당 평균 임실립수를 계산하였다.

8) 出穗日數: 5월 1일을 1로 계산하였으며 최초 이삭이 완전히 出穗한 날을 출수일로 잡았다.

9) 稈長, 穗長, 穗當小穗數, 小穗當 穎花數, 株當穗數 및 發芽率 등은 농촌진흥청 農事試驗研究 調査 기준에⁹⁾ 準하였다.

結果 및 考察

1. 交雜親和性

6배체 트리티케일 신기호밀과 4배체 호밀 두루호밀을 交雜했을 때 表 1 에서와 같이 交雜率은 30.5%로 나타났으며 두루호밀을 母親으로 했을 때는 3.26%를 보여 두루호밀을 花粉親으로 사용

Table 1. Crossability and seed germination rate in the cross between hexaploid triticale variety, Sinkihomil and tetraploid rye variety, Doorohomil.

Parents or crosses	Seed Germination set(%)	rate(%)	Weight per seed (mg)
Sinkihomil(P_1)	93.3	100	41.9±4.42
Doorohomil(P_2)	87.4	100	47.7±5.25
$P_1/P_2(=F_1)$	30.5	37.0	20.7±4.04
P_2/P_1 (Reciprocal)	3.26	80.0	-
$F_1/F_1(=F_2)$	1.53	43.0	24.5±9.05
$F_1/P_1(=BC_1)$	8.75	39.0	25.4±7.80
$F_1/P_2(=DC_2)$	7.20	50.0	23.6±8.08

하는 것이 交雜率이 현저히 높음을 알 수 있으며 두루호밀을 화분친으로 하여 얻은 F₁을 自殖시킨 결과(=F₂) 1.53%의 稔實率을 얻었다. 또한 이 F₁에 신기호밀(P₁)을 화분친으로 戻交配 했을 경우 (BC₁) 8.75%, F₁/두루호밀(=BC₂)에서는 7.20%의 交雜率을 나타냈다. 이와 같은 결과는 Sabeva¹⁰⁾의 보고와 유사하다.

이들 種子의 發芽率을 보면 F₁(교배種子) 37%, 逆交配(P₂/P₁)에서는 80%로 나타났으며 F₂ 43.0%, BC₁ 39.0%, BC₂ 50.0%를 보여 주었다. 또한 이들의 千粒重은 F₁ 20.7g, F₂ 24.5g, BC₁ 25.4g, BC₂ 23.6g으로 나타나 兩親의 影響을 받는 것으로 볼 수 있으며 F₁을 제외한 모든 世代(F₂, BC₁, BC₂ 種子)에서 世代內 個體間 變異幅이 매우 크을 볼 수 있었다.

2. F₁ 식물체의 화분 음성

표 2에서 보는 바와 같이 신기호밀과 두루호밀의 화분은 각각 89.0%, 90.4%가 잘 염색 되어 稔性花粉이 많은 것으로 나타났고 부분적으로 염색 되었거나 非正常的인 화분의 비율은 신기호밀 11.0(7.0+4.0)%, 두루호밀 9.6(4.0+5.6)%로 나타났다.

반면 이들의 F₁ 화분은 정상화분으로 分類된 것이 30.2%에 불과하였고 비정상 화분이 69.8(11.7+58.1)%로 나타났다. 이는 F₂나 戻交雜世代에서의 陰성이 낮게 나온 것과 관계가 있으며 陰성이 낮은 것은 활력이 없는 화분의 생산과 관계가 있다고 할 수 있다.

Table 2. Frequency of normal pollen grains stained with 0.7% aceto carmine in F₁ plant from the cross between hexaploid triticale variety, Sinkihomil and tetraploid rye variety, Dooroohomil.

Parents or cross	Number of pollen observed	Well stained(normal)(%)			Partly Poorly stained stained (%) (%)	
		Large	Small	Sum	(%)	(%)
Sinkihomil(P ₁)	229	-	-	89.0	7.0	4.0
Doorooomil(P ₂)	321	-	-	90.4	4.0	5.6
P ₁ /P ₂ (=F ₁)	1,210	17.0	13.2	30.2	11.7	58.1

3. 染色體數의 變異

1) F₁ 식물체의 花粉母細胞 染色體數와 키아스마타

표 3에서와 같이 신기호밀은 2價 染色體가 21.0개가 나왔으며 두루호밀은 2價 染色體 8.67개, 3價 染色體 2.22개, 4價 染色體 1개로 나타났다. 이들의 F₁에서는 1價 13.5개 2價 8.89개 3價 1.24개로 나타나 2價 染色體는 전체의 50.8%로 나타났는데 이와같은 결과는 陰性化분의 비율이 적고 F₂나 戻交雜世代의 稔實率이 낮은 것과 잘 일치하고 있다. 또한 F₁에서 42개 세포를 관찰한 결과(표 4) 平均 키아스마타는 8.9였으며 2價 染色體數를 8-10개 갖는 細胞數가 많았지만 2價 染色體를 6개, 7개 또는 11개를 갖는 세포도 상당수 있음을 알 수 있다.

2) 體細胞 染色體數 變異

體細胞 染色體數는 표 5에서와 같이 6배체 트리타케일 品種인 신기호밀은 42개, 4배체 호밀 品種인 두루호밀은 28개로 나타났고 이들의 F₁은 35개로 雌性親에서 21개, 雄性親에서 14개의 染色體

Table 3. Number of uni, bi, and trivalent in pollen mother cell of F₁ plant from the cross between the hexaploid triticale variety, Sinkihomil and tetraploid rye variety, Dooroohomil.

Parents or Cross	Uni Val.	Bivalent		Tr. Qud. T. val. val.		
		Ring(Range)	Open(Range)	Sum(%)		
Sinkihomil(P ₁)	-	13.4(11-17)	7.60(4-10)	21.0	100	- - 42
Doorooomil(P ₂)	-	5.00(3-7)	3.67(1-8)	8.67	61.9	22.2 1.0 28
P ₁ /P ₂	13.5	2.67(1-5)	6.24(3-10)	8.89	50.8	1.24 - 35

T. : total number of chromosome.

Table 4. Chiasmata and bivalent frequency for pollen mother cell(PMC) of the F₁ plant from the cross between hexaploid triticale variety, Sinkihomil(P₁) and tetraploid rye variety, Dooroohomil(P₂).

Cross	Number of PMC observed	Number of Chiasmata					Number of bivalent				
		5	6	7	8	9	10	11			
P ₁ /P ₂	42	8.9	-	4	4	8	10	10	6		

Table 5. Chromosome frequency of the progeny from the cross between hexaploid triticale variety, Sinkihomil and tetraploid rye variety, Dooroohomil.

Parents or progenies	Chromosome number														No. of plants checked	Mean Chr. No.	
	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41			42
P ₁															15	15	42.0
P ₂	15															15	28.0
F ₁ (P ₁ /P ₂)							15								15	35.0	
F ₂ (F ₁ /F ₁)	3	4	2	2	6	4	1	5	6	2					1	36	33.0
BC ₁ (F ₁ /P ₁)								2	1	2	1	1				7	36.7
BC ₂ (F ₁ /P ₂)	5	1			8		3		1							18	31.3

가 결합된 것으로 볼 수 있다. 이 F₁을 自殖시킨 F₂에서는 28개의 染色體를 갖는것 부터 42개를 갖는 개체까지 고루 분포하였는데 대체로 32-33, 35-36개의 染色體를 갖는 개체의 頻度가 높았다. F₁ 계층구성이 ABRRR(2n=5x=35) 이라고 할 때 어떤 계층의 어떤 染色體가 配偶子로 많이 선택되었으며 어떤 構成과 比率로 결합 하였는지는 알 수 없으며 다만 F₂에서는 F₁의 染色體數와 비슷한 染色體數를 갖는개체가 많이 생산됨을 엿볼 수 있다. 戻交雜世代에서 BC₁(F₁/P₁)은 35-39개의 染色體를 갖았는데 化분의 染色體數를 21개로 가정하면 雌性的 配偶子는 14-18개의 染色體를 갖는 것으로 생각할 수 있으며 BC₂(F₁/P₂)에서는 28-36개의 染色體를 갖았고 化분의 染色體를 14개로 볼때 雌性的 배우자는 적어도 14개 이

상의 染色體를 갖는 것으로 볼 수 있으며 역시 14-18개의 染色體를 갖는 배우자와의 결합이 많음을 알 수 있다.

4. 後代들의 作物學的 特性

1) 稔性個體의 比率

적어도 1株當 1개이상의 種實을 갖는 임성개체들의 비율을 보면(표 6) F₁ 100%, F₂, 4.5%, BC₁, 42.9%, BC₂, 50%로 나타나 BC₂>BC₁>F₂의 順으로 임성개체의 비율이 높았다. 그러나 穗當稔實粒數는 F₁, 1.06개, F₂, 13.3, BC₁, 2.36, BC₂, 3.75개로 F₂>BC₂>BC₁>F₁의 순이었다. 즉 F₂에서 穗當 임실립수가 많고 임성개체가 적다는 사실은 선발의 용이함을 보여주고 있다. 稔實粒數別 식물체 빈도는(표 7) F₂의 경우 1-5개가 2.3%(1개체), 21-30까지가 2.3%(1개체), BC₁의 경우 1-5개가 42.9%, BC₂의 경우 1-5개가 38.9%, 6-10개

Table 6. Percentage of fertile plant, and number of seed set per spike of the fertile plant in the F₁, F₂ and backcross generations from the crosses between the hexaploid triticale variety, Sinkihomil and tetraploid rye variety, Dooroohomil.

Parents or generation	No. of Sterile plant tested	Fertile plant (%)	No. of Fertile plant (%)	No. of seed set / spike		
				Mean	SD	Range
Sinkihomil(P ₁)	13	0	100	60.1	12.8	52-74
Doorooohomil(P ₂)	13	0	100	50.2	17.8	40-60
F ₁ (P ₁ /P ₂)	12	0	100	1.17	0.59	0.3-2.0
F ₂ (F ₁ /F ₁)	44	95.5	4.5	13.3	16.5	1.7-25.0
BC ₁ (F ₁ /P ₁)	7	57.1	42.9	2.36	1.03	1.0-3.0
BC ₂ (F ₁ /P ₂)	18	50.0	50.0	3.75	3.60	0.2-12.0

Table 7. Distribution(frequency) of the plant with different number of grain set per spike of the progeny in the cross between hexaploid triticale variety, Sinkihomil(P₁) and tetraploid rye variety, Dooroohomil(P₂).

Crosses or progenies	Plant number tested	Number of grain per spike				
		0	-5	-10	-20	-30
F ₂ (F ₁ /F ₁)	44	42	1	-	-	1
BC ₁ (F ₁ /P ₁)	7	4	3	-	-	-
BC ₂ (F ₁ /P ₂)	18	9	7	1	1	-

가 5.6%, 11-20개가 5.6%였다.

2) 出穂日數, 稈長, 穗長の 변화

표 8에서와 같이 후대들의 출수일수에서 F₁은 거의 mid-parent 값에 가까웠고, BC₁은 mid-parent보다 많았고, BC₂는 F₁과 비슷하여 戻交雜되는 반복친의 影響을 많이 받는 것으로 나타났다. 또한 F₂는 23.5일로서 兩親보다 출수일수가 길었다.

稈長은 P₁, 114.7cm, P₂, 128.9cm 인데 F₁은 128.1cm로 P₂와 비슷하여 長稈親을 답았다. 그러나 BC₁ 79.7cm, BC₂ 108.8cm, F₂ 101.2cm로 나타나 戻交雜되는 反復親의 影響을 받는 경향이었고 점차 短稈化하는 추세를 보였다. 穗長の 變異에서는 P₁, P₂가 각각 15.5cm, 14.9cm인데 반해 F₁에서 18.3cm를 보여 穗長이 超越 分離현상을 나타냈다. 그러나 BC₁ 15.6cm, BC₂ 14.2cm, F₂ 12.3cm

를 각각 보여 다시 짧아지는 경향이였다.

3) 그밖의 形態의 特性

표 9에서와 같이 穗當 小穗數에 있어서 兩親이 각각 34.3, 33.4개였고 F₁이 39.3개로서 兩親보다 많았다. 小穗當 穎花數는 신기호밀이(P₁) 45.4, 두루호밀(P₂) 2.26개였는데 F₁은 3.98로 兩親의 中間程度였고 BC₁은 4.59, BC₂는 2.61로 戻交雜親의 影響을 크게 받았다. F₂는 P₂의 影響을 받았다. 株當穗數는 F₁에서 다소 증가되는 경향이였다.

本實驗에서 6배체 트리티케일인 신기호밀과 4배체 호밀 品種인 두루호밀의 交配에서 가장 문제가 되는 것은 交雜 親和性이다. 染色體數와 게놈의 구성이 다르기 때문에 品種間 交雜時와 같이 交雜率이 높지 않을 것으로 생각되었다. 본실험의 결과는 신기호밀을 母本, 두루호밀을 父本으로 하였을 때가 30.5%로서 雜種 種子를 얻는데는 매우

Table 8. Days to heading in May, culm length, spike length and awn length of progeny from the cross between hexaploid triticale variety, Sinkihomil (P₁) and tetraploid rye variety, Doorohomil(P₁).

P. or G.	N	Days to heading(Day)			Culm length(cm)			Spike length(cm)		
		Mean	SD	Range	Mean	SD	Range	Mean	SD	Range
P ₁	13	20.5	22.5	15-24	114.7	7.51	90-130	15.5	1.57	11.1-19.8
P ₂	13	13.9	0.32	13-14	128.9	17.5	85-146	14.9	2.56	6.6-19.2
F ₁	12	17.8	4.73	12-28	128.1	11.1	105-142	18.3	0.91	16.4-20.0
BC ₁	7	20.2	1.53	18-23	79.7	7.70	90-108	15.6	2.61	13.0-19.6
BC ₂	18	17.1	4.19	13-28	108.8	21.5	73-162	14.2	2.76	7.2-17.3
F ₂	44	23.5	4.82	14-34	101.2	21.1	62-149	12.3	2.90	7.6-19.4

P. : progeny, G. : generation, SD : standard deviation, N. : number observed.

Table 9. Number of spikelet per spike, floret per spikelet, spike per plant of the progeny from cross between hexaploid triticale variety, Sinkihomil (P₁) and tetraploid rye variety, Doorohomil (P₂)

P. or G.	N	No. of spikelet per spike			No. of floret per spikelet			No. of spike per plant		
		Mean	SD	Range	Mean	SD	Range	Mean	SD	Range
P ₁	13	34.3	2.29	29-40	4.54	0.54	3.2-5.8	10.5	3.19	14-21
P ₂	13	33.4	4.20	13-26	2.26	0.40	1.0-2.0	9.8	2.04	7-13
F ₁	12	39.3	2.90	36-44	3.98	1.03	2.5-6.2	10.6	4.19	5-17
BC ₁	7	36.3	3.30	32-41	4.59	1.07	3.2-6.0	10.8	3.80	5-16
BC ₂	18	35.2	4.72	26-42	2.61	0.53	2.0-4.0	10.6	4.59	5-21
BC ₂	18	35.2	4.72	26-42	2.61	0.53	2.0-4.0	10.6	4.59	5-21
F ₂	44	33.2	5.89	17-49	2.95	0.81	2.0-5.0	13.0	6.02	2-32

P. : progeny, G. : generation, N : number. SD : standard deviation.

용이한 것으로 나타났다. 물론 신기호밀을 화분친으로 사용하면 雜種種子를 얻을 확율이 감소하는 것으로 나타났다.

이 F_1 雜種 식물체를 自殖시킬 경우는 1.53%의 稔實率을 보였지만, 신기호밀이나 두루호밀을 화분친으로 하여 戻交雜시킬 경우에는 각각 8.75%, 7.20%의 雜種種子를 얻을 수 있는 것으로 나타났다. 따라서 이들 雜種후대 즉 F_2 , BC_1 , BC_2 세대에서 우수한 식물체를 선발할 수 있는 것은 어렵지 않을 것으로 보이며 Shcharbakova 등¹¹⁾의 보고와 같이, 경우에 따라서는 완전한 임성을 갖는 트리티케일(4배체 또는 6배체)의 선발도 가능할 것으로 보인다. 물론 이 경우 雜種種子의 發芽率이나 千粒重 등은 兩親에 비해 저조하거나 작지만 세대가 경과함에 따라 회복되는 추세를 보여 주었다.

이들의 F_2 , BC_1 , BC_2 雜種種子의 交雜率이 기존 品種時 보다 낮은 것은 F_1 식물체에서 생산하는 配偶子가 不稔이기 때문으로 가정되는데, 화분의 임성 여부를 조사한바 30%의 화분만이 정상 화분으로 나타나 본 실험의 결과를 잘 반영해주고 있다.

결국 交雜率과 화분의 임성이 낮은 것은 雜種世대의 染色體 구성이 비정상이기 때문인데 본 실험에서 F_1 은 감수분열시 2價 染色體가 50.8%로 나머지는 1가와 3가로 구성되어 있으며 이것이 비정상 화분의 생산, 그리고 交雜率의 저하를 가져오는 원인으로 생각되고 있다.

체세포 染色體數와의 관계에서도 화분친의 배우자 染色體數를 신기호밀 21개, 두루호밀 14개로 간주할 때, 35개 染色體와 ABRRR의 개놈구성을 갖는 F_1 의 배우자 染色體數는 14-18개가 대부분으로 나타났다. 그러나 染色體의 組成은 알수가 없었다.

이들의 形態의, 作物學의 特性은 우선 稔實率이 낮은 것을 들 수 있는데 특히 F_2 의 경우 임성개체의 비율은 낮지만 임성개체의 穗當 임실립수가 높아 同組 또는 相同 染色體들간에 結合하는 확율이 높을 것으로 생각되며, 이 점이 육종상 이용할 가치가 있을 것으로 보인다.

稈長, 穗長, 穗當 小穗數 등은 兩親보다 F_1 에서 크거나 많아 장대함을 보여 주었지만, F_1 , BC_1 ,

BC_2 등의 세대에서는 兩親보다 왜소화 하는 경향이 뚜렷하였다. 出穗期는 F_1 과 BC_2 가 兩親의 중간이었으나 F_2 와 BC_1 은 만숙 경향이 뚜렷하였다.

따라서 6배체 트리티케일과 4배체 호밀의 交雜에서는 다른 종속간 交雜과는 달리 交雜이 용이하고, 이들 후대들의 作物學적 特性의 劣惡化가 심하지 않아 충분히 우수한 후대를 선발 育成할 수 있을 것으로 보이며, 트리티케일 육종 방법으로서 더욱 발전시켜 나갈 필요성이 있다고 본다. 특히 호밀이 갖고 있는 耐寒性, 早熟性등의 우량 형질의 도입은 매우 용이한 것으로 생각 된다.

摘 要

6배체 트리티케일 신기호밀과 4배체 호밀 品種 두루호밀을 交雜하여 이들의 稔實率, 雜種 後代들의 染色體數의 變異, 作物學의 特性등을 檢討하므로써 트리티케일 品種育成的 기초자료로 제공코져 실시한 본 試驗의 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 신기호밀(P_1)과 두루호밀(P_2)의 交雜에서 交雜率은 30.5%, 逆交配에서는 3.26%였다. F_1/P_1 (= BC_1)에서는 8.75%, F_1/P_2 (= BC_2)에서 7.20%, 그리고 F_1/F_1 (= F_2)은 1.53%의 交雜率을 보였다.

2. 交雜된 交配種子의 發芽率은 F_1 種子 37%, F_2 43.0%, BC_1 , 39.0%, BC_2 , 50.0%로 나타났으며, 千粒중은 각각 20.7g, 24.5g, 25.4g, 23.6g 이었다.

3. F_1 (= P_1/P_2) 식물체의 花粉稔性은 30.2%였고, 69.8%는 非正常 화분이었다.

4. F_1 식물체의 花粉 母細胞 감수분열에서 1價 染色體 13.5개, 2價 染色體 8.89개, 3價 染色體 1.24개로 2개 染色體는 50.8%였다.

5. 體細胞 染色體數는 F_1 35개 였고, F_2 는 32-33개, 35-36개를 갖는 개체가, BC_1 은 35-39개를 갖는 개체가 많았다. 그리고 BC_2 는 28-36개의 分布를 보였다. 이는 F_1 식물체에서 14-18개의 染色體를 갖는 배우자와의 결합이 많음을 보여 준다.

6. 임성 개체의 비율은 F_1 , 100%, F_2 , 4.5%,

BC₁, 42.9% ,BC₁, 50.0%였으며 임성개체의 평균 수당 임실립수는 F₁, 1.17개 ,F₂, 13.3개 ,BC₁, 2.36개, BC₂, 3.75개 었다.

7. 出穗期는 F₁이 兩親의 중간을 보였고, BC₁과 BC₂는 兩親의 影響을 보였으며, F₂는 晚熟親 보다 늦었다. 稈長은 F₁이 長稈親과 비슷 하였으나 F₂, BC₁, BC₂는 단간친보다 작았고 특히 BC₁은 단간친보다 35cm나 짧았다. 穗長과 穗當 小穗數는 F₁이 兩親보다 길거나 많았다. 小穗當 穎花數는 兩親의 影響을 크게 받았다.

引用文獻

1. Abdulaeva, A.K. 1983. Stabilization of the karyotype in hybrids of triticale with rye. Nauchno-tekhnicheskii Byulleten 'Vsesoyuznogo Ordena Leninai 'Ordena Druzhby Narodov Nauchno-issledovatel 'skogo Instituta Rastenievodstva Imeni N.I. Vavilova No. 129. 44-48.
2. Bajpai, G.C. and S.N.Mishra. 1986. Genetic analysis of certain quantitative traits in triticale x wheat hybrid. Indian Journal of Genetics and Plant Breeding 46(2) : 319-324.
3. CIMMYT. 1976. CIMMYT today. wheat x rye = triticale. CIMMYT.
4. Gordei, I.A. and G.M. Gordei. 1987. Genetic compatibility and recombination following the hybridization of triticale with wheat and rye. Genetika 23(11) : 2020-2025.
5. 黃鍾珍, 延圭復, 宋南顯, 朴天緒, 金泳相, 成炳列. 1987. 青刈飼料用 耐寒耐倒伏 多收性 호밀 新品種 두루호밀. 農試論文集(作物) 29(1) : 193-197.
6. KurKiev, U.K., A.K. Abdulaeva, and I.M. Surikov. 1988. Hybridization of triticales and secalotricums with rye. I. Hybrid caryopsis set and germinability. Genetika 24(1) : 80-88.
7. Larter, E., T. Tsuchiya and L.Evans. 1970. Breeding and cytology of triticale. Third International Wheat Genetics Symposium 213-221.
8. Melz, G. and R. Schlegel 1987. Production and cytogenetical analysis of a rye -cytoplasmic tetraploid triticale. Plant Breeding 98(3) : 200-204.
9. 農村振興廳. 1983. 農事試驗研究 調查基準.
10. Sabeva, Z. 1985. Obtaining and investigation of tetraploid triticale forms. Cereal Research Communications 13(1) 71-76.
11. Shcharbakova, A.M., S. Ya. Semyarykhina, and U. Ya. Bormatau. 1985. Selecting recombinants from the aneuploid progeny of 28-chromosome hybrids of triticale and rye. Referativngi zhurnal 3.65. 25.
12. Sing, R.J. and T. Tsuchiya. 1982. An improved Giemsa N-banding technique for the identification of barley chromosomes. The Journal of Heredity 73 : 227-229.
13. Skiebe, K. and H. Schreiber. 1985. Genetic and breeding aspects of crossing triticale and rye. Tagungsbericht, Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der Deutschen Demokratischen Republik No. 237, 41-46.
14. Surikov, I.M., U.K. Kurkiev, and A.K. Abdulaeva. 1988. Hybridization of triticales and secalotricums with rye. II. Morphological/biological and cytogenetic characteristics of F₁ and F₂ hybrids. Genetika 24 (9) : 1641-1648.
15. 延圭復, 黃鍾珍, 成炳列, 李鍾溟, 許翰淳, 金鳳淵, 朴天緒, 安完植, 金泳相, 曹章煥. 1986. 青刈飼料用 耐倒伏 良質 多收性 트리티케일 新品種 신기호밀. 農試論文集(作物) 28(1) : 143-147.