الفصل الرابع عشر

الانتخاب فى الصفات الكمية

التنبؤ بمدى التقدم الذى يمكن إحرازه بالانتخاب

يتوقف مدى التقدم الذى يمكن إحرازه عند الانتخاب للصفات الكمية على العوامل التالية

١ – مدى توفر الاختلافات الوراثية.

٢ – درجة توريث الصفة.

٣ – شدة الانتخاب للصفة.

شدة الانتخاب

تعرف شدة الانتخاب بأنها: النسبة بين عدد الأفراد أو السلالات المنتخبة إلى عدد الأفراد أو السلالات المختبرة. ولا يكون الانتخاب غير المباشر للصفات الثانوية مجديًا إلا إذا كان التعرف عليها أسهل، ويتطلب جهدًا ووقتا أقل مما يلزم للتعرف على الصفت الأولية. كما تزيد فاعلية الانتخاب غير المباشر إذا كانت درجة التوريث على النطاق الضيق أعلى فى الصفة الثانوية مما فى الصفة الأولية. ويتأتى ذلك إذا كانت الصفة الثانوية ذات تباين إضافى كبير نسبيًا، أو كانت أقل تأثرًا بالتغيرات البيئية. أو أقل تفاعلاً مع البيئة ونظرا لأن الجذر التربيعى لدرجتى توريث الصفتين الأولية والثانوية هو الذى يدخل فى المعادلة التى تبين العلاقة بينهما، لذا فإن من الضرورى أن تكون درجة توريث الصفة الثانوية أعلى بكثير من درجة توريث الصفة الأولية، حتى تظل النسبة بينهما كبيرة بعد استخراج الجذر التربيعى لكل منهما.

ولا توجد فائدة ترجى من الانتخاب غير المباشر إن لم يوجد ارتباط وراثى واضح بين الصفتين الأولية والثانوية. ويقدر هذا الارتباط بتقييم تراكيب وراثية مناسبة لذلك فى ظروف بيئية متباينة، حيث يستدل من ارتباط الشكل الظاهرى phenotypic

correlation بين الصفتين – مبدئيًا - على العلاقة بين الصفتين ويتطلب قياس الارتباط الوراثي genetic correlation بين الصفتين استعمال تراكيب وراثية عشوائية من عشائر معزولة كما يستفاد أحيانا من السلالات ذات الأصول الوراثية المتشابهة في هذا الشأن

هذا . ويقدر الارتباط الوراثي بالمعادلة التالية:

الارتباط الوراثي –

التباين الوراثي المرافق genetic co-variance للصفتين الأساسية والثانوية

√ التباين الوراثي للصفة الأساسية × التباين الوراثي للصفة الثانوية

أما ارتباط الشكل المظهري فيقدر بالمعادلة التالية:

ارتباط الشكل المظهري -

متوسط حاصل ضرب قيمة الصفتين الأساسية والثانوية في الأفراد المختبرة

√ متوسط مربع قيمة الصفة الأساسية × متوسط مربع قيمة الصفة الثانوية في نفس الأفراد

(عن Kwon & Torrie ١٩٦٤)

توصيف موجز للتقدم الوراثي بالانتخاب

يعرف التقدم الوراثي genetic advance بأنه التحسن في متوسط القيمة الوراثية للنباتات المنتخبة مقارنة بمتوسط الآباء وهو مقياس للتقدم الوراثي بالانتخاب

ويعتمد نجاح التقدم الوراثي بالانتخاب على العوامل التالية:

١ – مدى التباينات الوراثية

فكلما ازدادت التباينات الوراثية في العشائر التي يجرى عليها الانتخاب كلما ازداد التقدم الوراثي مع الانتخاب والعكس بالعكس

٢ درجة التوريث

فكلما زادت درجة التوريث كلما ازداد التقدم الوراثي مع الانتخاب والعكس بالعكس

٣ – شدة الانتخاب:

شدة الانتخاب selection intensity هي نسبة النباتات أو السلالات المنتخبة للدراسة. وعادة .. تعطى شدة الانتخاب العالية تقدمًا أكبر عما تعطيه شدة الانتخاب المنخفضة - على أن يكون ذلك فى حدود معينة كما أسلفنا.

هذا ويعرف الفرق بين متوسط نسل النباتات المنتخبة ومتوسط العشيرة التى أجرى عليها الانتخاب (عشيرة الأساس) باسم genetic gain، ويرمز له بالرمز R، حيث يكون:

$$R = \bar{X}P - \bar{X}O$$

علمًا بأن $\bar{X}P$ متوسط الصفة فى أنسال progenies النباتات المنتخبة، و $\bar{X}O$ متوسط الصفة فى العشيرة الأصلية original.

أما الفرق بين متوسط قيمة الشكل المظهرى للنباتات المنتخبة ذاتها ($\bar{X}S$، حيث S تشير إلى النباتات المنتخبة selected) ومتوسط قيمة الشكل المظهرى للعشيرة التى أجرى عليها الانتخاب ($\bar{X}O$) فإنه يعرف باسم تفاضل الانتخاب selection differential، ويعطى الرمز k، وبذا يكون:

$$k = \bar{X}S - \bar{X}O$$

ويقدر التقدم الوراثى genetic advance (G_s) بالمعادلة التالية:

$$G_s = (k)\,(H)\,(SD\ P)$$
$$= (k)\,(VP)\,½\,(V_g / V_P)$$

حيث إن:

SD P = هو الانحراف القياسى للشكل المظهرى لعشيرة الأساس.

H = درجة توريث الصفة المعنية.

وتأخذ تقديرات G_s نفس وحدات قياس المتوسط.

ويجب حساب التقدم الوراثى فى خليط من السلالات النقية على أساس درجة التوريث على النطاق العريض، وفى العشائر المنعزلة على أساس درجة التوريث على النطاق الضيق.

هذا وتدل القيم العالية للتقدم الوراثى على ارتفاع قيمة التباين الإضافى. بينما تدل القيم المنخفضة للتقدم الوراثى على ارتفاع قيمة التباين غير الإضافى

وتعتبر تقديرات التقدم الوراثى خاصة فقط بالعشائر التى تجرى عليها الدراسة (عن Singh & Naryanan ١٩٩٣)

عرض مفصل للتقدم الوراثى الممكن تحقيقه بالانتخاب

يعبر عن التقدم الوراثى (G) لكل دورة انتخاب (G_c) بالمعادلة التالية

$$G_c = h^2 D$$

حيث إن

h^2 = درجة التوريث على النطاق الضيق.

D = معامل الانتخاب التفاضلى selection differential (وهو الفرق بين أداء الأفراد المنتخبة من العشيرة ومتوسط أداء تلك العشيرة التى يجرى عليها الانتخاب)

ويحصل على التقدم الوراثى لكل سنة (G_y) بقسمة G_c على عدد السنوات (y) التى تلزم لكل دورة انتخاب، أى إن

$$G_y = G_c / y$$

ويمكن التعبير عن معامل الانتخاب التفاضلى بالمعادلة التالية:

$$D = k \sigma_{ph}$$

حيث إن.

k = معامل الانتخاب التفاضلى معبرًا عنه بالوحدات القياسية

σ_{ph} = الجذر التربيعى لتباين الشكل المظهرى.

وبذا . فإنه يمكن إعادة التعبير عن G_c بالمعادلة التالية.

$$G_c = h^2 D = (\sigma^2_A / \sigma^2_{ph})\, k\, \sigma_{ph} = (k\sigma^2_A) / \sigma_{ph}$$

حيث إن:

σ^2_A = التباين الإضافى

σ^2_{ph} = تباين الشكل المظهرى.

ونظرًا لأن σ^2_{ph} يتضمن كلا من σ^2_e، و σ^2_g، و σ^2_i . فإن الجذر التربيعي لتباين الشكل المظهرى المستعمل فى المعادلة السابقة يمكن التعبير عنه كما يلى

$$\sigma_{ph} = \sqrt{(\sigma^2_e / rt) + (\sigma^2_{ge} / t) + \sigma^2_g}$$

حيث إن

r = عدد المكررات

t = عدد البيئات التى اختبرت فيها التراكيب الوراثية

أما التركيب الوراثى genotype فيعنى به النبات الفردى، أو نسله المستخدم فى التقييم ويعنى بالبيئة المواقع أو السنوات التى أجريت فيها الاختبارات

ويمكن تجزئه تباين الخطأ التجريبى (σ^2_e) إلى التباين بين النباتات فى الوحدة التجريبية (σ^2_i)، والتباين من وحدة لأخرى σ^2، كما يلى

$$\sigma^2_e = (\sigma^2_i / n) + \sigma^2$$

حيث إن n = عدد النباتات فى الوحدة التجريبية

ويتضمن التباين بين النباتات فى الوحدة التجريبية التباين الذى يرجع إلى التأثيرات البيئية، والاختلافات الوراثية بين النباتات وتتضمن التأثيرات البيئية التباينات فى خصوبة التربة، ورطوبتها، وأى عوامل أخرى يمكن أن تجعل النباتات المتماثلة وراثيًا تختلف مظهريًا وترجع الاختلافات الوراثية بين النباتات فى الوحدة التجريبية إلى الانعزالات فى النسل الواحد لسلالة أو عائلة . ويمكن تجزئة التباين داخل الوحدة التجريبية إلى تباين بيئى (σ^2_{ie})، وآخر وراثى (σ^2_{ig})، كما يلى:

$$\sigma^2_i = \sigma^2_{ie} + \sigma^2_{ig}$$

وبذا فإن معادلة التقدم الوراثى فى السنة يمكن تلخيصها بالاستبدالات لقيمة σ_{ph} ومكوناتها، كما يلى.

$$G_y = k \sigma^2_A / y \sigma_{ph}$$

$$= k \sigma^2_A / y \sqrt{(\sigma^2_e / rt) + (\sigma^2_{ge} / t) + \sigma^2_g}$$

$$= k\,\sigma^2_A / y \sqrt{\{[\sigma^2_{\gamma} / n) + \sigma^2] / rt\} + (\sigma^2_{re} / t) + \sigma^2_{\beta}}$$

$$= k\,\sigma^2_A / y \sqrt{(\{[\sigma^2_u + \sigma^2_{wE}) / n] + \sigma^2\} / rt + (\sigma^2_{re} / t) + \sigma^2_{\beta}}$$

أما التقدم الوراثى الذى يحدث فى كل دورة من دورات الانتخاب (G_c) . فإنه يتوقف على طريقة التربية المتبعة، والتى تتوقف فاعلية الانتخاب فى كل منها على مدى الاستفادة من التأثير الإضافى للجين. وبينما تناسب الطرق الآتى بيانها النباتات الخلطية التلقيح – وهى التى يحدث فيها التزاوج عشوائيًا فإنها يمكن أن تستعمل مع النباتات الذاتية التلقيح، إذا ما أجرى تلقيح عشوائى صناعى فيما بينها.

ويتأثر مقدار التباين الإضافى بمدى التحكم الواقع فى اختيار الآباء المستعملة فى إنتاج الأجيال التالية. وتعرف العلاقة بين النبات أو البذرة المستعملة فى التعرف على التراكيب الوراثية المتفوقة (وحدة الانتخاب)، وبين النبات أو البذرة المستعملة لدراسة الانعزال (وحدة الانعزال) باسم تحكم الآباء Parent Control، وهو الذى يرمز له بالرمز (c).

ويعطى تحكم الآباء (c) القيم التالية:

١ – تأخذ c القيمة ٠,٥ عندما تكون وحدة الانتخاب مماثلة لوحدة الانعزال، وحينما لا تنتخب سوى الأمهات، وهو ما يحدث – مثلاً – حينما تُلقح نباتات الأمهات المنتخبة بنباتات آباء منتخبة وغير منتخبة – على حد سواء – مثلما فى طريقة التربية بالانتخاب المتكرر للشكل المظهرى، وطريقة الكوز للخط عندما يجرى الانتخاب بعد التلقيح

٢ – تأخذ c القيمة ١,٠ حينما تكون وحدة الانتخاب مماثلة لوحدة الانعزال، مع انتخاب كل من الأمهات والآباء، مثلما فى طريقة التربية بالانتخاب المتكرر للشكل المظهرى قبل التلقيح، وطريقة تلقيح النباتات المنتخبة بصنف اختبارى (half-sib family)، حينما تستعمل البذور المتبقية من التلقيحات (بعد تقييم التلقيحات)، وطريقة الانتخاب فى نسل النباتات المنتخبة بعد تلقيحها مع بعضها البعض (full-sib family)، وكذلك فى حالات التلقيح الذاتى للنباتات المنتخبة

٣ – تأخذ c القيمة ٠ ٢ حينما لا تكون وحدتا الانتخاب والانعزال متماثلين، كما هي الحال في حالة تلقيح النباتات المنتخبة بصنف اختباري، حينما تستعمل البذور الناتجة من التلقيح الذاتي أو السلالات الخضرية للنباتات المنتخبة من أجل الحصول على الانعزالات، حيث تكون وحدة الانتخاب هي بذور أنصاف الأقارب half-sib، بينما وحدات الانعزال هي البذور الناتجة من التلقيح الذاتي أو السلالات الخضرية للتراكيب الوراثية المنتخبة.

وتظهر في جدول (١٤–١) قيمة تحكم الآباء (c) في مختلف نظم التربية، وهي التي يتم التعويض بها في معادلات التنبؤ بالتقدم مع الانتخاب.

وفيما يلي بيان بالمعادلات المستعملة في حساب التقدم المتوقع في كل دورة من دورات الانتخاب (G_t)، عند اتباع كل من الطرق التي سبق بيانها:

١ – الانتخاب المتكرر للشكل المظهري دونما تقسيم الـ Subblocks:

$$G_t = kc\sigma^2_A / \sqrt{\sigma^2_u + \sigma^2 + \sigma^2_{AE} + \sigma^2_{DE} + \sigma^2_A + \sigma^2_D}$$

٢ - الانتخاب المتكرر للشكل المظهري مع التقسيم إلى sublocks:

$$G_t = kc\sigma^2_A / \sqrt{\sigma^2_u + \sigma^2_{AE} + \sigma^2_{DE} + \sigma^2_A + \sigma^2_D}$$

٣ – طريقة الكوز للخط المعدلة:

$$G_t = kc\ ¼\ \sigma^2_A / \sqrt{(\sigma^2_e / rt) + (¼\ \sigma^2_{AE} / t) + (¼\ \sigma^2_A)}$$

٤ – الـ half-sib

$$G_t = kc\ ¼\ \sigma^2_A / \sqrt{(\sigma^2_e / rt) + (¼\ \sigma^2_{AE} / t) + ¼\ \sigma^2_A)}$$

٥ الـ full-sib:

$$G_t = kc\ ½\ \sigma^2_A / \sqrt{(\sigma^2_e / rt) + [(½\ \sigma^2_{AE} + ¼\ \sigma^2_{DE}) / t] + (¼\ \sigma^2_A) + (\ ¼\ \sigma^2_D)}$$

٦ النسل الناتج من التلقيح الذاتي (السلالات الـ $S_{0:1}$):

$$G_t = kc\ \sigma^2_{A'} / \sqrt{(\sigma^2_e / rt) + [(\sigma^2_{AE'} + ¼\ \sigma^2_{DE}) / t] + (\sigma^2_{A'}) + (\ ¼\ \sigma^2_D)}$$

جدول (١٤-١). قيمة الـ parental control (أو c) فى مختلف نظم التربية (عن Fehr ١٩٨٧).

الطريقة	عدد المواسم لكل دورة	الـ Parental control (c)
الانتخاب التكرر للشكل الظهرى		
ينتخب أحد الأبوين بعد الإزهار	١	١/٢
تنتخب كلا الأبوين قبل الإزهار	١	١
تنتخب السلالات الخضرية وتلقح ذاتيًا، ويعاد تجميعها	٢	١
انتخاب الـ half-sib		
طريقة الكور للخط المعدلة		
انتخاب أحد الآباء	١	١/٢
انتخاب كلا الأبوين	٢	١
استعمال العشيرة كـ tester		
إعادة تجميع البذور الـ half-sib المتبقية	٢	١
إعادة تجميع البذور الناتجة من التلقيح الذاتى (فى السلالات الخضرية)	٣	٢
استعمال سلالة مرباة داخليًا كـ tester (إعادة تجميع بذور التلقيح الذاتى	٣	٢
الـ full-sib	٢	١
النسل الملقح ذاتيًا		
سلالات $S_{0:1}$	٣	١
سلالات $S_{1:2}$	٤	١
سلالات $S_{2:3}$	٥	١

$S_{0:1}$ هى السلالة الـ S_0 فى الجيل التالى لها أى فى الـ S_1

$S_{1:2}$ هى السلالة الـ S_1 فى الجيل التالى لها أى فى الـ S_2

$S_{2:3}$ هى السلالة الـ S_2 فى الجيل التالى لها أى فى الـ S_3

حيث إن:

σ^2_u = التباين البيئى داخل القطعة التجريبية

σ^2_{AI} = تباين التفاعل. الإضافى × البيئى.

σ^2_{DE} = تباين التفاعل. السيادة × البيئى.

σ^2_A = التباين الإضافى

σ^2_D = تباين السيادة.

k = الـ standardized selection differential.

n = عدد النباتات بالوحدة التجريبية plot.

r = عدد المكررات فى كل بيئة

t = عدد البيئات

$\sigma^2_{A'}$ = التباين الوراثى الإضافى + مكون يكون أساسًا دالة على درجة السيادة

٧ – إذا ما أجرى انتخابا للشكل المظهرى داخل كل خط فى حالة طريقة النسل الناتج من التلقيح الذاتى، فإن المعادلة تصبح كما يلى.

$$G_c = k_c \, ¾ \, \sigma^2_A / \sqrt{\sigma^2_u + ¾ \, \sigma^2_{AE} + \sigma^2_{DE} + ¾ \, \sigma^2_A + \sigma^2_A}$$

٨ – الانتخاب المتكرر المتبادل الـ half-sib:

$$G_c = [k_c \, ¼ \, \sigma^2_{A(1)} / \sqrt{(\sigma^2_{e(1)} / rt) + (¼ \, \sigma^2_{AE(1)} / t) + (¼ \, \sigma^2_{A(1)}]}$$

$$+ [k_c \, ¼ \, \sigma^2_{A(2)} / \sqrt{(\sigma^2_{e(2)} / rt) + (¼ \, \sigma^2_{AE(2)} / t) + (¼ \, \sigma^2_{A(2)})}$$

٩ – الانتخاب المتكرر المتبادل الـ full-sib:

$$G_c = k_c \, ½ \, \sigma^2_A / \sqrt{(\sigma^2_e / rt) + [(½ \, \sigma^2_{AE'} + ¼ \, \sigma^2_{DE}) / t] + (½ \sigma^2_{A'}) (¼ \, \sigma^2_{D'})}$$

حيث إن:

(1) = المكونات فى العشيرة 1.

(2) = المكونات فى العشيرة 2.

وتجدر الإشارة إلى أن تباين الشكل المظهرى – فى المقام - فى جميع المعادلات السابقة يتضمن التباين الوراثى الكلى (σ^2_p) بين مختلف التراكيب الوراثية، والذى يشتمل على تباينات الإضافة، والسيادة، والتفوق. أما البسط فى تلك المعادلات فإنه يتضمن التباين الوراثى الإضافى (σ^2_A) فقط لأنه الجزء الوحيد من التباين الوراثى الذى ينتقل من النباتات المنتخبة إلى أنسالها ويمكن لتباينى السيادة والتفوق أن يكونا

هامين لأداء الفرد ويسهمان فى التباين الوراثى الكلى، ولكنهما لا يوضعان فى البسط لأن التفاعلات الآليلية داخل الموقع الجينى الواحد وبين مختلف المواقع الجينية لا تنتقل من النباتات المنتخبة إلى أنسالها

هذا وتستخدم المعادلات السابقة فى التنبؤ بالتقدم المتوقع فى كل دورة انتخاب لمقارنة مدى كفاءة مختلف طرق التربية، قبل بدء برنامج الانتخاب، وذلك حتى يمكن اختيار أكثرها كفاءة

ويعطى Fehr (١٩٨٧) مثالاً مفصلاً لحالة قارن فيها التقدم السنوى المتوقع للانتخاب عند اتباع أى من سبع طرق للتربية، وعند اختلاف عدد العروات الممكنة من ١-٣ عروات سنويًا

وتقدر مختلف القيم فى المعادلات السابقة، كما يلى:

١ - تباين الشكل المظهرى والتباين الوراثى بمكوناته المختلف

يقدر تباين الشكل المظهرى والتباين الوراثى (σ^2_g) بين التراكيب الوراثية - بسهولة - من تحليل التباين للتراكيب الوراثية العشوائية المقيمة فى عدة بيئات، أو بأى من الطرق الأخرى التى أسلفنا بيانها فى فصول سابقة من هذا الكتاب

٢ شدة الانتخاب:

إن شدة الانتخاب selection intensity (أو k) هى النسبة المئوية للنباتات أو العائلات المنتخبة من العدد الكلى المقيم، معبرًا عنها بوحدات الانحراف القياسى، وهى تزداد مع انخفاض نسبة التراكيب الوراثية المنتخبة (جدول ١٤-٢)

٣ - قيمة تحكم الآباء c (أو Parent Control)

تتوقف هذه القيمة على العلاقة بين وحدة الانتخاب ووحدة الانعزال، وتأخذ إحدى ثلاث قيم هى ٠.٥، و ١.٠، و ٢.٠ فى حالات طرق التربية المختلفة، كما سبق بيانه

٤ - عدد السنوات (y)

يتوقف عدد سنوات كل دورة انتخاب على طريقة التربية المتبعة، وعدد العروات

التى يمكن زراعتها من المحصول فى كل عام يكون الرقم صحيحًا إن لم يكن بالإمكان زراعة أكثر من عروة واحدة سنويًا، بينما قد يحتوى الرقم على كسور فى غير ذلك من الحالات، كأن يكون ٢/١ (إذا كان بالإمكان الانتهاء من ٣ دورات انتخاب فى السنة)، أو ٢/١ (إذا كان بالإمكان الانتهاء من دورتى انتخاب فى السنة)، أو واحد صحيح (عندما تستكمل دورة الانتخاب فى عام كامل كما أسلفنا)، أو ٢ (عندما تستكمل دورة الانتخاب فى عامين) ... وهكذا

جدول (١٤-٢): قيمة k المقابلة لشدة الانتخاب المطبقة (عن Fehr ١٩٨٧)

شدة الانتخاب (٪)	k
١	٢,٦٤
٢	٢,٤٢
٥	٢,٠٦
١٠	١,٧٥
١٥	١,٥٥
٢٠	١.٤٠

هذا . وتتطلب كل دورة انتخاب عروة زراعية واحدة فى طرق الانتخاب المتكرر للشكل المظهرى عند اختيار أحد الأبوين أو كليهما قبل الإزهار، وطريقة الكوز للخط عند انتخاب أحد الآباء فقط؛ بينما تتطلب كل دورة انتخاب عروتين زراعيتين فى طرق الانتخاب المتكرر للشكل المظهرى عند تلقيح الآباء المنتخبة ذاتيًا قبل تلقيحها معًا، وطريقة الكوز للخط عند انتخاب كلا الأبوين، وعند اتباع طريقة التلقيح بين النباتات المنتخبة (full-sib)، وكذلك عند تلقيح النباتات المنتخبة بصف احدى (half-sib families)، حينما تستعمل البذور المتبقية من التلقيحات. ويزيد عدد العروات الزراعية اللازمة فى كل دورة انتخاب إلى ثلاث عروات، حينما يجرى التلقيح بين أنسال النباتات المنتخبة الملقحة ذاتيًا، وإلى أربع عروات حينما يستمر التلقيح الذاتى لجيلين، وإلى خمس عروات حينما يدوم التلقيح الذاتى لثلاثة أجيال قبل إجراء التلقيح بين السلالات المرباة بالتلقيح الذاتى (جدول ١٤-١) (عن Fehr ١٩٨٧).

ولأجل الإيجاز والتبسيط . فإن المعادلات التى سبق بيانها تحت هذا العنوان يمكن إعادة صياغتها، كما يلى:

• يمكن اعادة صياغة معادلة التقدم الوراثى بعد دورة واحدة من الانتخاب، لتصبح كما يلى

$$G_s = (k)\ (\sqrt{VP})\ (h^2)$$

حيث إن:

G_s = التقدم الوراثى المتنبأ به.

k = ثابت يعتمد على شدة الانتخاب معبرا عنها بوحدات الانحراف القياسى (سبق بيانه.

VP = تباين الشكل المظهرى.

h^2 = درجة توريث الصفة المعنية على النطاق الضيق.

هذا وتستعمل درجة التوريث على النطاق الضيق فى معادلة التقدم الوراثى بالانتخاب بالنسبة للنباتات التى تكثر جنسيًا، بينما تستعمل درجة التوريث على النطاق العريض بالنسبة للنباتات التى تكثر خضريًا أو لا إخصابيًا.

وللتنبؤ بقيمة G_s يجب أن تتوزع العشيرة توزيعًا طبيعيًا فيما يتعلق بالصفة التى يُراد الانتخاب لها، أو تكون قريبة من التوزيع الطبيعى، كما يجب تضمين جميع الأفراد فى المجموعة المنتخبة حسب النسبة التى يُعمل بها فى شدة الانتخاب ويمثل الرقم الناتج من المعادلة القيمة الفعلية المتوقعة للزيادة فى الصفة، وهى التى يمكن حسابها كنسبة مئوية من متوسط الصفة فى العشيرة الأصلية.

• ويمكن تبسيط معادلة التنبؤ بالتقدم فى الانتخاب وإعادة تحويرها بإدخال عامل التحكم فى الأب parental control factor (c)، وهو عامل يختلف باختلاف مصدر حبوب اللقاح، فمثلاً ..

$$G_s = (c)\ (k)\ (\sqrt{VP})\ (h^2)$$

وإذا ما اعتمد الانتخاب على الشكل المظهرى للأمهات دونما اعتبار للآباء، مثلما يكون عليه الحال فى حقول النباتات الخلطية التلقيح، فإن c = ٥ . وإذا ما تم اختيار

الأبوين ولقحا معًا فى معزل لتكوين الدورة التالية من الانتخاب، فإن c = ١. ويحدث هذا التضاعف فى التقدم فى الانتخاب المُتنبأ به بسبب إجراء الانتخاب على كل من الآباء والأمهات بدلاً من الأمهات فقط.

• وإذا ما أريد حساب قيمة التقدم فى الانتخاب المتنبأ به بعد عدد معين من الأجيال (بغرض إجراء دورة انتخاب واحدة سنويًا)، فإن المعادلة المبسطة تكون كما يلى

$$G_y = [(c)\,(k)\,(\sqrt{VP})\,(h^2)\,/\,y]$$

علمًا بأن:

G_y = التقدم فى الانتخاب / سنة.

y = عدد السنوات التى تلزم لإجراء دورة واحدة من الانتخاب.

هذا ولا يجب أن نتوقع أن انتخاب عدد أقل من النباتات يعطى - دائما تقدمًا أفضل؛ ففى الواقع .. يتعين عند انخفاض درجة التوريث زيادة عدد النباتات المنتخبة للتأكد من أن بعض النباتات التى يتم انتخابها تكون متفوقة بسبب تركيبها الوراثى المتميز وليس لأسباب بيئية فقط. وتوجد خطورة من احتمالات زوال القاعدة الوراثية إذا ما كانت شدة الانتخاب عالية جدًا؛ الأمر الذى يكون له تأثيرات ضارة على فاعلية الانتخاب فى الأجيال التالية. وكقاعدة عامة .. فإن معظم مربى النبات ينتخبون أفضل ١٠٪ من النباتات (عن Poehlman & Sleper ١٩٩٥).

وسائل زيادة التقدم الوراثى السنوى فى برامج التربية بالانتخاب

يسعى المربى - دومًا - إلى تعزيز وزيادة التقدم الوراثى الذى يحرزه سنويًا فى برامج التربية بالانتخاب؛ من خلال التحكم فى مختلف متغيرات المعادلة الخاصة بالتقدم الوراثى، كما يلى:

عدد سنوات كل دورة انتخاب

يتوقف عدد سنوات كل دورة انتخاب على عدد العروات التى يمكن زراعتها كل عام، حيث يمكن زراعة عروتين، أو ثلاث عروات - أحيانًا - من المحصول الواحد فى المناطق ذات المناخ المعتدل أما فى المناطق الشديدة البرودة شتاء، أو الشديدة الحرارة