وعشائر التلقيحات الرجعية فى حالة التأثير الإضافى للجينات .. نجد أن هذه القيم تكون مرتبطة ببعضها، عندما تكون الجينات ذات تأثير هندسى. ويصاحب زيادة المتوسطات زيادة التباينات فى حالة التأثير الهندسى، بينما لا يشترط ذلك فى حالة التأثير الإضافى؛ حيث قد تصاحب زيادة المتوسطات زيادة أو نقص فى التباينات (Brewbaker ١٩٦٤).

يمكن التعرف على طبيعة فعلى الجينات بمقارنة المتوسطات الحسابية arithmetic means والهندسية geometric means المتوقعة لكل من الأبوين، والجيلين الأول والثانى، والتلقيحين الرجعيين مقارنتها مع المتوسط المشاهد لكل عشيرة باستعمال اختبار t.

وتحسب المتوسطات الهندسية (GMs) المتوقعة لمختلف العشائر الوراثية، كما يلى:

$$GMF_1 = \sqrt{\bar{P}_1 \times \bar{P}_2}$$

$$GMF_2 = \sqrt[3]{\bar{P}_1 \times \bar{P}_2 \times 2\bar{F}_1}$$

$$GMB_1 = \sqrt{\bar{F}_1 \times \bar{P}_1}$$

$$GMB_2 = \sqrt{\bar{F}_1 \times \bar{P}_2}$$

هذا . مع العلم بأن الفعل الحسابى للجين يعنى أن تأثير الجينات الفردية على الشكل المظهرى إضافى additive، بينما يعنى الفعل الهندسى للجين أن تأثير الجينات الفردية مُضاعف multiplicative (Powers & Lyon ١٩٤١).

تعريف مكونات التباين الوراثى وأهمية كل منها

تختلف مسميات مكونات التباين الوراثى باختلاف العلماء اللذين قاموا بوصفها، كما فى جدول (٩-٢).

التباين الإضافى

يمثل التباين الإضافى additive variance ذلك الجزء من التباين الوراثى الذى ينتج

عن متوسط تأثيرات الجينات فى كل المواقع الجينية المنعزلة . أى إنه ذلك الجزء الذى ينشأ عن الاختلافات بين الفردين الأصيلين فى الجين (أى الفردان AA، و aa)

جدول (٩-٢) تقسيمات مكونات التباين الوراثى حسب الباحثين.

الباحث	أنواع التباين الوراثى	التعرف والوصف
Fisher (١٩١٨)	additive	متوسط تأثير الجينات فى كل المواقع المعزلة
	dominance	الانحراف عن متوسط التأثير بسبب التفاعل الآليلى
	epistatic	الانحراف عن متوسط التأثير بسبب التفاعل غير الآليلى، ويوجد منه AA، و AD، و DD
Wright (١٩٣٥)	additive	كما عند Fisher
	non-additive	يتضمن تباينا السيادة والتفوق معا
Mather (١٩٤٩)	heritable-fixable	يتضمن التباين الإضافى والمكون AA من تباين التفوق
	heritable non-fixable	يتضمن تباين السيادة والمكونان AD، و DD من تباين التفوق

ومن أهم سمات التباين الإضافى، ما يلى:

١ – يعد تقديرًا للفعل الإضافى للجين؛ فالجينات ذات الفعل الإضافى لا تظهر بها سيادة وتأخذ الأفراد الخيطة فيها مظهرًا وسطيًا.

٢ يرتبط التباين الوراثى الإضافى بالأصالة الوراثية، ولذا يتوقع تواجده بحده الأقصى فى المحاصيل الذاتية التلقيح، وبحده الأدنى فى المحاصيل الخطية التلقيح

٣ – إن التباين الإضافى يبقى ثابتا، ولذا فإن الانتخاب للصفات التى يتحكم فيها هذا التباين يكون فعّالاً ويعد وجود هذا التباين ضروريًا لفاعلية التحسين بالانتخاب، لأنه التباين الوحيد الذى يستجيب للانتخاب

٤ - يعد التباين الإضافى ضروريًا لتقدير درجه التوريث على النطاق الضيق، كما تتناسب الاستجابة للانتخاب بصورة مباشرة مع قيمة درجة التوريث على النطاق الضيق

٥ – تقدر قيمة التربية breeding value لفرد ما بواسطة التأثيرات الجينية الإضافية وتعد القدرة العامة على التآلف لأحد الآباء تقديرًا للتأثيرات الإضافية للجينات

٦ – يُستنفذ التباين الوراثي الإضافي بنسبة تتوازى مع التحسن المتحقق بالانتخاب

٧ – نجد في العشائر النباتية الطبيعية أن التباين الإضافي يكون هو التباين السائد، ويليه مباشرة تباين السيادة.

٨ – إن الفعل الإضافي للجين هو السبب الرئيسي للتشابه بين الأقارب، ويتناسب التقدم الممكن في الانتخاب مباشرة مع درجة التماثل بين الأب (النبات) ونسله ويعني ذلك أن الفعل الإضافي للجين هو مقياس لقيمة التربية للتركيب الوراثي

٩ – ينتج الانعزال الفائق الحدود عن الفعل الجيني الإضافي عندما تثبت الآليلات السائدة والمتنحية في أفراد مختلفة من نسل الأفراد الخليطة.

تباين السيادة

يمثل تباين الإضافة dominance variance الانحراف عن الفعل الإضافي للجين الناشئ عن التفاعلات الآليلية بين آليلات الموقع الجيني الواحد، وهو يعود إلى انحراف الفرد الخليط Aa عن متوسط الفردين الأصيلين: AA، و aa.

ومن أهم سمات تباين السيادة، ما يلي:

١ – يعد مقياسًا لفعل السيادة الجيني، وقد تُظهر تلك الجينات سيادة غير تامة، أو سيادة تامة، أو سيادة فائقة. وبمعنى آخر فإن الفرد الخليط لا يمثل القيمة المتوسطة للأبوين، وإنما يقترب بدرجة أكبر نحو أحدهما في صفة معينة .. أي نحو الأب السائد في تلك الصفة.

٢ – توجد علاقة بين تباين السيادة والخلط (عدم التماثل) الوراثي؛ ولذا .. يُتوقع أن يزيد تواجد تلك الحالة في النباتات الخلطية التلقيح، بينما يتوقع أن يقل تواجدها في النباتات الذاتية التلقيح.

٣ – لا يحدث تثبيت لتباين السيادة؛ ولذا .. فإن الانتخاب للصفات التي يحكمها ذلك التباين لا يكون فعّالاً.

٤ – يعد تباين السيادة هو السبب الرئيسي لقوة الهجين.

٥ – يعتبر تباين القدرة الخاصة على التآلف مقياسًا لتباين السيادة في كل من الدياليل، والدياليل الجزئي، والـ line x tester.

٦ – يستنفذ تباين السيادة من خلال التلقيح الذاتي والتربية الداخلية.

٧ – نجد فى العشائر النباتية الطبيعية أن تباين السيادة يكون – دائمًا – أقل من التباين الإضافى

تباين التفوق

يُعنى بتباين التفوق epistatic variance الانحراف عن التأثير الإضافى للجينات نتيجة للتفاعلات غير الآليلية . أى تلك التفاعلات التى تحدث بين آليلات موقعين جينيين أو أكثر

ومن أهم صفات تباين التفوق، ما يلى:

١ – يتضمن تباين التفوق مكونات إضافية وأخرى غير إضافية

٢ – يوجد من تباين التفوق ثلاثة أنواع، هى كما يلى

أ - التباين الإضافى × الإضافى ومرده إلى وجود تفاعلات بين جينين أو أكثر لا تظهر السيادة بأى منها على انفراد، وهو يأخذ الرمز A × A، وهو قابل للتثبيت fixable بالانتخاب، ويعتبر ضمن التأثير الإضافى للجين.

ب – التباين الإضافى × السيادة ومرده إلى التفاعل بين موقعين جينيين أو أكثر لايُظهر أحدهما - منفردًا – أى سيادة، بينما يُظهر الآخر – منفردًا - سياده، وهو يأخذ الرمز A × D، وهو ليس قابلاً للتثبيت non fixable

جـ تباين السياده × السياده .. ومرده إلى التفاعل بين موقعين جينيين أو أكثر يُظهر كل منهما – منفردًا – سيادة، وهو يأخذ الرمز D × D، وليس قابلا للتثبيت

٣ – ونظرًا لأن النوع الأول فقط هو الذى يمكن تثبيته، لذا فإن التربية بالانتخاب تكون فعالة مع الصفات الكمية التى يحكمها ذلك التباين، أما النوعان الآخران من تباين التفوق ونظرًا لكونهما لا يثبتان – فإن أفضل طرق التربية للاستفادة منهما تكون بإنتاج الأصناف التى تظهر فيها قوة الهجين

٤ - يتم فى حالة تحليل متوسط الأجيال generation mean analysis تقسيم التفاعلات الجينية غير الآليلية – على أساس علامة السالب والموجب الخاصة بكل من h، و l – إلى نوعين فقط، هما المكمل complementary، والازدواجى duplicate، فيسمى التفاعل مكملاً حينما يتماثل المكونين h، و l فى العلامة، ويسمى التفاعل ازدواجيًا duplicative حينما يختلفان.

٥ – لا يعد تفاعل التفوق واسع الانتشار فى عشائر النباتات الطبيعية (عن Singh & Naryanan ١٩٩٣).

طرق تقدير مكونات التباين الوراثى

سبقت الإشارة إلى طريقة تقدير التباين البيئى عند مناقشة هذا الموضوع، أما التباين الوراثى ومكوناته المختلفة، وكذلك مختلف تباينات التفاعل . فإنها تقدر بطرق شتى، وتعتمد هذه الطرق على عدد من الافتراضات البيولوجية، وأكثرها شيوعًا ما يلى (عن Sprague ١٩٦٦):

١ – أن تكون النباتات المقيمة عينة عشوائية لكل التراكيب الوراثية الممكنة فى العشيرة التى أخذت منها.

٢ – أن تكون النباتات ثنائية المجموعة الكروموسومية، وتسلك مسلكًا طبيعيًّا أثناء الانقسام الاختزالى.

٣ – ألاّ يوجد تأثير سيتوبلازمى على الصفة.

٤ – ألاّ توجد آليلات متعدد للجين.

٥ – ألاّ يوجد ارتباط بين الجينات.

٦ – أن تتساوى جميع التراكيب الوراثية فى قدرتها على التكاثر فلا يوجد انتخاب لصالح أى منها.

٧ – ألاّ يوجد تفوق؛ أى لا يوجد تفاعل بين الجينات غير الآليلية.

ويمكن دراسة الفعل الجينى ومكونات التباين الوراثى بواسطة بعض طرق التحليل الوراثى الكمى، مثل الدايالليل، والدايالليل الجزئى، والترايالليل، والكوادرايالليل، والـ line x tester، ومتوسط الأجيال، والـ biparental cross، والـ triple test.

ويلخص جدول (٩–٣) أنواع التباينات التى يمكن تقديرها من مختلف طرق التحليل الوراثى الكمى ومكافئاتها من مكونات التباين الوراثى، وقد أسلفنا شرح تلك الطرق فى الفصول: السادس، والسابع، والثامن.