الفصل التاسع

تربية الخضر لتحمل مبيدات الحشائش

أهمية التربية لتحمل مبيدات الحشائش

ترجع أهمية التربية لتحمل مبيدات الحشائش إلى الأسباب التالية:

١- ليس من الحكمة إنتاج مبيدات حشائش تناسب أيًا من المحاصيل الزراعية التى لا تزرع على نطاق واسع، مثل معظم محاصيل الخضر؛ لأن إنتاج أى مبيد جديد أصبح باهظ التكاليف إلى درجة تتطلب استعماله على نطاق واسع جدًا؛ ليتسنى تسويقه بسعر مناسب، واسترداد رأس المال المستثمر خلال فترة زمنية معقولة.

٢- وحتى فى حالة المحاصيل الحقلية التى تزرع على نطاق واسع.. فإن إنتاج أصناف جديدة منها تتحمل مبيدات الحشائش المتوفرة أفضل من محاولة إنتاج مبيدات جديدة؛ لأن تكاليف استنباط الصنف الجديد لا تزيد — فى أغلب الأحيان — على ١٪-٥٪ من تكاليف إنتاج المبيد الجديد، التى تشمل الاختبارات الحقلية، ودراسات السمية، وتلوث البيئة، وتكاليف إقامة مصنع الإنتاج.

٣- تقوم شركات إنتاج المبيدات — وجميعها مؤسسات ضخمة — بتمويل بحوث استنباط الأصناف المحصولية التى تتحمل مبيدات الحشائش — التى تنتجها تلك الشركات، والتى تكون فعالة ضد مدى واسع من الأعشاب الضارة — بهدف زيادة مبيعاتها من هذه المبيدات.

٤- قلة عدد مبيدات الحشائش الجيدة المسجلة للاستعمال مع مختلف المحاصيل الزراعية، وتناقص الأعداد الجديدة — المنتجة منها — سنويًا.

الأمور التى يجب أخذها فى الحسبان عند التربية لتحمل مبيدات الحشائش

يتعين — قبل بدء أى برنامج تربية لتحمل مبيد معين من الحشائش فى محصول ما — أخذ الأمور التالية فى الحسبان.

١- اختيار المبيد الذى يتميز بخاصية قتل عالية لأكبر عدد من الحشائش الهامة للمحصول، بجرعات اقتصادية.

٢- ملاحظة أن الجرعة المناسبة من المبيد للاستعمال مع الصنف المزمع استنباطه قد تختلف عن الجرعات الموصى بها من المبيد فى حالات أخرى، والحرص على مراعاة الجانب الاقتصادى فى ذلك. هذا.. إلا أن الجرعة المناسبة للاستعمال مع الصنف الجديد لا تتحدد — عمليًا — إلا بعد إنتاج ذلك الصنف

٣- مراعاة مدى تحمل المحصول — وراثيًا — للمبيد قبل الشروع فى التربية لزيادة قدرته على التحمل، فعندما يكون المحصول أكثر تحملاً للمبيد عن غالبية أنواع الأعشاب الضارة التى تنمو معه فإن مدى التحسّن المطلوب — حينئذ — نجعل المبيد مناسبًا للاستعمال مع المحصول — يكون أقل مما لو كان المحصول شديد الحساسية للمبيد — بطبيعته — بدرجة أكبر من الحشائش التى تنمو معه، وقد يتطلب التوصل إلى تلك الحقيقة إجراء بعض التقييم الأولى.

٤- إجراء تقييم أولى بين أصناف وسلالات المحصول الواحد فى اختيار الآباء المناسبة لبدء برنامج التربية

٥- تجنب اختيار المبيدات التى تكون شديدة الضرر على الإنسان أو البيئة، والمبيدات التى لا تلقى إقبالاً كبيرًا على استعمالها لأى سبب كان؛ لأن مثل هذه المبيدات تكون أكثر عرضة للاندثار؛ لظهور غيرها أفضل منها، أو بسبب تشريعات حماية البيئة التى قد تمنع استخدامها أو تحد منه. وتزداد أهمية هذا العامل فى ضوء البطء الطبيعى لبرامج التربية التى قد تستغرق عشر سنوات قبل ظهور الصنف الجديد

٦- من المعروف أن القدرة التنافسية، والقدرة على البقاء، والقدرة على التأقلم مع الظروف المحيطة تكون أقل فى سلالات الفطريات المقاومة للمبيدات الفطرية، وفى سلالات الحشرات المقاومة للمبيدات الحشرية، وسلالات مسببات الأمراض والآفات القادرة على

كسر مقاومة النباتات لها، (ظاهرة الانتخاب المثبت Stabilizing Selection؛ يراجع لذلك حسن ٢٠٠٨)، وذلك مقارنة بالسلالات العادية من تلك الكائنات. ولذا.. فمن الممكن أن تكون سلالات النباتات التى تتحمل مبيدات الحشائش أقل قدرة على التكيف والمواءمة مع ظروف الإنتاج العادية؛ بأن يكون للجين أو الجينات المسئولة عن تحمل المبيد تأثيرات أخرى سلبية على المحصول أو صفات الجودة.

ويعزز هذا الاعتقاد رداءة الصفات المحصولية للأقماح الشتوية التى وجدت بها صفة تحمل الأترازين، وكذلك الصفات العادية (غير المتميزة) لأصناف الزوان المعمر الأولى التى وجدت مقاومة للباراكوات.

ولكن يجب ألا يتوقع أن تكون أولى الأصناف المنتخبة لتحمل مبيدات الحشائش من محصول ما مماثلة فى جودتها للأصناف الأخرى المتميزة من نفس المحصول التى تنتشر فى الزراعة (عن Machado ١٩٨٢).

طرق التقييم لتحمل مبيدات الحشائش

نالت دراسات طبيعة فعل مبيدات الحشائش وكيفية تحمل النباتات لها قسطًا وافرًا من اهتمام المشتغلين فى هذا المجال، ولكن — ومن وجهة نظر المربى الخاصة — فإن هذه الأمور لا تفيده كثيرًا فى عمليات التقييم لانتخاب النباتات التى تتحمل فعل المبيدات. فبفرض أن صفة التحمل تظهر جيدًا تحت ظروف الحقل، ولا تؤثر سلبيًا على المحصول كمًا ونوعًا.. فإنه لا يهم المربى كون صفة تحمل المبيد ترجع إلى عدم امتصاص النبات له، أم إلى ضعف انتقاله فى النبات، أم إلى عدم حساسية النبات له، أم إلى سرعة تحلل المبيد أو تغيره — كيميائيًا — داخل النبات ... إلخ. ويستثنى من ذلك دراسات الهندسة الوراثية ومزارع الأنسجة التى تكون على المستوى الخلوى.

كذلك لا يفيد المربى ربط صفة التحمل بصفات تشريحية أو مورفولوجية؛ لأن تأثير المبيد على النبات يكون واضحًا جدًا للعين، وأسهل بكثير من قياس صفات مثل الشمع السطحى وكثافة الشعيرات... إلخ.

ومن أهم طرق التقييم لتحمل مبيدات الحشائش ما يلى:

التقييم الحقلى

يتم التقييم الحقلى بزراعة أعداد كبيرة من النباتات، ثم رشها — تحت ظروف الحقل — بالمبيد الذى يؤدى إلى قتل جميع النباتات الحساسة؛ حيث تنتخب النباتات المتبقية. تتميز هذه الطريقة بسهولتها، ولكن يعيبها ما يلى:

١- عدم تجانس توزيع المبيد بسبب تيارات الهواء، أو لأسباب فنية تتعلق ببشابير (بزابيز) الرش.

٢- عدم تجانس تربة الحقل؛ وما يترتب على ذلك من اختلافات فى قوة نمو النباتات وتأثير ذلك فى قدرة النباتات على تحمل المبيد.

٣- تأثير العوامل البيئية فى فاعلية التركيز المستخدم من المبيد، والحاجة إلى تعديله تبعًا للظروف البيئية السائدة

٤- احتمال تأخر إنبات بعض البذور؛ الأمر الذى يؤدى إلى زيادة فرصة الإفلات من أضرار المبيد.

٥- احتمال عدم وصول المبيد إلى النبات؛ بسبب حمايته بغطاء من النباتات أو الحشائش المجاورة له.

التقييم فى البيوت المحمية

يجرى التقييم لتحمل مبيدات الحشائش — فى البيوت المحمية (الصوبات)- فى طور البادرة، حيث يمكن اختبار عدد كبير من النباتات فى مساحة صغيرة نسبيًّا. وتوفر الصوبات الجو المناسب الذى يمكن التحكم فيه أيًّا كان موسم النمو

تسمح هذه الطريقة، بالتمييز بين النباتات أو السلالات التى تُظهر مستويات مختلفة من تحمل المبيد. وقد يكون من المرغوب فيه الإبقاء على أفضل ١٪ من

النباتات، لكن يكون من الصعب المعاملة بالتركيز الذى يقضى على ٩٩٪ من النباتات. ولذا.. يفضل تعديل الهدف إلى التخلص من ٩٥٪ من النباتات. وبذا.. تكون أمامنا فرصة لانتخاب أفضل النباتات من بين المتبقية من المعاملة.

وبرغم أن استجابة النباتات لفعل المبيد — وهى فى طور البادرة — قد تختلف عن استجابتها له فى أطوار النمو الأكثر تقدمًا، إلا أن هذا لا يهم إلاّ فى الحالات القليلة التى تتم فيها المعاملة بالمبيد فى مرحلة متقدمة من النمو النباتى.

وإذا أجريت المعاملة بالمبيد فى مرحلة أكثر تقدمًا من النمو النباتى.. فإنه يجب عدم الاعتماد على انتخاب كل النباتات التى لا يقضى عليها حينئذ، ولا يجب قياس أطوال النباتات أو وزنها الجاف.. فتلك أمور يمكن أن تتأثر كثيرًا بعوامل أخرى.. ويتعين — بدلاً من ذلك — إجراء فحص عينى للنباتات التى تحملت المبيد لاستبعاد جميع النباتات التى كانت أكثر تضررًا منه (عن Fualkner ١٩٨٢).

التقييم فى مزارع الأنسجة

يكون الهدف من التقييم فى مزارع الأنسجة — بطبيعة الحال — هو انتخاب خلايا مطفرة — قادرة على تحمل تركيز معين من المبيد — وإكثارها لتصبح سلالة خلية Cell clone، ثم توفير الظروف اللازمة لتمييز نباتات كاملة منها.

ويتعين قبل البدء فى اختبار كهذا الإلمام بطبيعة فعل المبيد. ويهم أيضًا التحكم التام فى مرحلة نمو مزرعة الخلايا. فمثلاً.. تكون مزارع خلايا الطماطم المحتوية على الكلوروفيل شديدة التأثر بتركيزات من الدايرون diuron والسيمازين simazine أقل بكثير من التركيزات المؤثرة فى مزارع الخلايا غير المحتوية على الكلوروفيل؛ علمًا بأن كلاً من المبيدين مثبط لعملية البناء الضوئى. وعلى العكس من ذلك.. فإن مزارع خلايا الطماطم البيضاء تتأثر بتركيزات من مبيد نابروباميد napropamide أقل من تلك التى تؤثر فى مزارع الخلايا الخضراء.

وقد استخدمت تقنية دمج البرتوبلازم لنقل صفة تحمل الترايازين – التى تورث سيتوبلازميا، وتتوفر فى عديد من أنواع الحشائش – إلى الأنواع المحصولية القريبة منها. ويبين جدول (٩–١) مصادر تحمل الترايازين فى مختلف الحشائش والأنواع المحصولية التى يمكن نقل تلك الصفة إليها.

جدول (٩–١): أنواع الحشائش القادرة على تحمل الترايازين والأنواع المحصولية التى يمكن نقل تلك الصفة إليها.

العائلة	نوع الحشائش		الأنواع المحصولية الهامة القريبة منها
Amranthaceae	*Amaranthus*	٤ أنواع من الجنس	لا يوجد
Caryophyllaceaae	*Stellaria media*		لا يوجد
Chenopodiaceae	*Atriplex patulla*		بنجر السكر وبنجر المائدة
	Chenopodium	٤ أنواع من الجنس	
	Kochia scoparia		
Compositae	*Ambrosia artemisiifolia*		دوار الشمس – القرطم – الطرطوفة
	Bidens tripartita		
	Erigeron canadensis		
	Senecio vulgaris		
Cruciferae	*Brassica campestris*		لفت الزيت – اللفت – الكرنبيات
Graminae	*Bromus tectorum*		الحبوب الصغيرة – الأعلاف النجيلية – بنجر السكر
	Poa annua		
Polygonaceae	*Polygonum*	نوعان من الجنس	الحنطة السوداء
Solanaceae	*Solanum nigrum*		البطاطس – الطماطم – الباذنجان – التبغ

ولا يتطلب الأمر – فى جميع الحالات المبينة فى جدول (٩–١) – أكثر من نقل البلاستيدات الخضراء من نوع الحشائش المتحمل للمبيد إلى النوع المحصولى القريب

منه؛ لأن صفة تحمل مبيد الترايازين تحمل فى البلاستيدات الخضراء. ويفيد تعريض خلايا الحشيشة المقاومة — لأشعة X أو جاما — فى منع أنويتها من الانقسام، بينما تبقى بلاستيداتها سليمة.

ومن بين المحاصيل التى نجحت فيها هذه الطريقة التبغ والصليبيات (عن Gressel وآخرين ١٩٨٢).

طبيعة صفة تحمل مبيدات الحشائش

تتحقق صفة التحمل الوراثى لمبيدات الحشائش من خلال عدة مسارات؛ منها ما يلى:

١- كثرة إنتاج الخلايا لبروتينات معينة من تلك التى تتأثر بالمبيد؛ فلا يؤثر المبيد على كل الكمية المنتجة منها، ويبقى جزء منها يكفى لأداء وظائفه الطبيعية فى النبات، ومن أمثلتها الإنزيمات التى تتأثر بالجليفوسيت Glyphosate.

٢- حدوث طفرات فى بروتينات معينة من تلك التى تتأثر بالمبيد، تقلل من ارتباط المبيد بها، ومن أمثلتها حالات المقاومة للمبيدات:

٣- حدوث طفرات فى بروتينات معينة من تلك التى تتأثر بالمبيد، تقلل من ارتباط المبيد بها، ومن أمثلتها حالات المقاومة للمبيدات:

glyphosate	asulam
atrazine	sulfonylurea
chlorsulfuron	

٤- نقل جينات قادرة على إلغاء سمية المبيد (detoxification genes) من البكتيريا إلى النبات بطرق الهندسة الوراثية، مثل حالات المقاومة لكل من:

bilanafos	bromoxynil
phenoxyactic acid	

وفى هذا الصدد.. درس على نطاق واسع نظام الـ glutathione-S-transferase System فيما يتعلق بإنتاج نباتات ذرة — بطريق الهندسة الوراثية — قادرة على تحمل مبيدات الأترازين atrazine، والميتولاكلور metolachlor، والألاكلور alachlor (عن Mullineaux ١٩٩٢).

جهود التربية لتحمل مبيدات الحشائش

بذلت جهود كبيرة لزيادة القدرة على تحمل مبيدات الحشائش فى عدد من محاصيل الخضر، نذكر منها ما يلى:

الطماطم

أجريت دراسات استهدفت التربية لمقاومة مبيد الحشائش متريبوزين Metribuzin، الذى يستخدم فى حقول الطماطم؛ إما قبل الزراعة، وإما بعد الإنبات، ولكن المعاملة الأخيرة تُحدث — أحيانًا — أضرارًا كبيرة بالطماطم، خاصة فى الجو الملبد بالغيوم. وقد قيّم Phatak & Jaworski (١٩٨٥) ٢٩٣ صنفًا من الطماطم، و١٩٨٦ سلالة من سبعة أنواع من الجنس *Solanum*، ووجدا أن أكثرها قدرة على تحمل المبيد كانت هى سلالتى الطماطم UG 113 MT، و UGA 1160 MT اللتين تحملتا تركيزات بلغت ١٦ ضعف التركيز الموصى به (وهو ١,١٢ كجم/هكتار) حتى فى الجو الملبد بالغيوم.

وكان Machado وآخرون (١٩٨٢) قد ذكروا أن صنفى الطماطم Vision، و Fireball يتحملان مبيد المتريبوزين، واستخدماهما فى دراسة وراثية مع الصنف الحساس Heinz 1706، استدلا منها على أن القدرة على تحمل المبيد (معبرًا عنها بغياب أعراض التسمم، وطول البادرات، ووزنها الجاف) صفة بسيطة سائدة، تتأثر بجينات أخرى محورة، ذات درجة توريث عالية، قدرت على النطاق العريض بنحو ٥٨٪ إلى ٧٢٪.

البطاطس

وجد De Jong (١٩٨٣) أن الحساسية لمبيد الحشائش متريبوزين Metribuzin — فى الطرز الثنائية — يتحكم فيها جين واحد متنح، أعطى الرمز me. وقد أوضح الباحث أهمية استخدام هذا الجين كجين معلم Marker gene فى الدراسات الوراثية.

الفلفل

يتوفر مدى واسع من القدرة على تحمل مبيد الحشائش بنتازون bentazon بين أصناف الفلفل. وكان قد اكتُشِفَ مستوى عالٍ من القدرة على تحمل المبيد فى الصنف Boheminan Chili، الذى صُنِّف على أساس أنه يتبع النوع *C. chinense*، ولكن يعتقد أنه يتبع النوع *C. annuum*، ثم اكتشف مستوى مماثل من القدرة على تحمل المبيد فى صنف الفلفل Santaka، وفى ثلاث سلالات؛ هى: P. I.. 127445، و P.I. 163187، و P. I 246123.

وقد أوضحت الدراسات الوراثية أن مقاومة الصنف الأخير يتحكم فيها جين واحد سائد أعطى الرمز Bzt؛ نسبة إلى صفة تحمل البنتازون Bentazon tolerance (Fery & Harrison ١٩٩٠)، مع وجود بعض الجينات المحورة (Wolff وآخرون ١٩٩٢).

الخيار

اكتشفت القدرة على تحمل مبيد الحشائش كلورامبين Chloramben فى بعض سلالات الخيار. وأوضح Miller وآخرون (١٩٧٣) أن جينات المقاومة للمبيد — فى سلالتين من الخيار — تراوحت من ١— ٥ جينات؛ تبعًا لطريقة التقييم التى اتبعها، وطريقة تقدير عدد الجينات. وكان تفاعل الجينات إضافيًّا أساسًا، مع سيادة جزئية للقدرة على تحمل المبيد، وظهر واضحًا أن الجينات المسئولة عن تحمل المبيد تختلف فى السلالتين، ويدل على ذلك اختلاف درجة توريث الصفة فى السلالتين، وظهور انعزال فائق الحدود عند تهجينهما معًا. وقد تراوحت درجة التوريث على النطاق العريض من ٠,٤٩ — ٠,٩٣ وعلى النطاق الضيق من ٠,٣٦— ٠,٨٧.

وفى دراسة تالية.. قيم Staub & Crubaugh (١٩٨٩) ٧٥٣ سلالة من الخيار للقدرة على تحمل نفس المبيد، ووجدا أن تسع سلالات منها كانت أكثر من غيرها تحملاً للمبيد.

الكوسة

توصل Adenniji & Coyne (١٩٨١) — من دراستهما على تحمل مبيد الحشائش ترفلورالين Trifluralin — إلى أن الصفة المقاومة يتحكم فيها جين واحد سائد أعطياه الرمز T، وأن فعل هذا الجين يثبط بفعل جين آخر هو I – T.

الصليبيات

نقلت صفة تحمل الترايازين Triazine من حشيشة تابعة للنوع *Brassica campestris* إلى *B. napus* الذى يتبعه كل من لفت الزيت والروتاباجا. وكانت صفة تحمل المبيد قد وجدت — فى *B. campestris* — فى حقل من الذرة سبقت معاملته كثيرًا بالأترازين. تورّث هذه الصفة سيتوبلازميا، وقد تم نقلها إلى *B. napus* بطريق التهجين الرجعى مع الانتخاب فى وجود الترايازين (عن Gressel وآخرين ١٩٨٢).

ولا تنتشر زراعة الأصناف التى تتحمل السيمازين — كثيرًا — بسبب انخفاض محصولها: ربما لتسبب تغيرات أغشية البلاستيدات الخضراء فى نقص معدل البناء الضوئى.

وقد وجد McGuire & Thurling (١٩٩٢) اختلافات كبيرة فى تحمل السيمازين فى عشيرة لتلقيح مركب complex من *B. campestris*. وأمكن انتخاب سلالات ذات قدرة أكبر على تحمل السيمازين عن عشائر *B. campestris* التى تحمل المقاومة السيتوبلازمية للمبيد.

البنجر

يستعمل مبيد بيرازون Pyrazon (وهو: 5-amino–4 chloro-2-phenyl-3 (2H) pyridazione) فى حقول بنجر المائدة. تمتص النباتات هذا المبيد. ولكنه يتحد مع الجلوكوز — فى الجذور الحمراء — ليتحول إلى مركب آخر غير سام للنبات؛ هو: N-glucosyl pyrazon. وقد أوضحت دراسات Stephenson وآخرين (١٩٧١) أن هذا التحول الكيميائى لا يتم فى ثمانية أنواع نباتية حساسة للمبيد. كما تبين — لدى دراسة تسعة أصناف من البنجر — أن التحول يتم بمعدل ٤٤٪ — ٧٦٪ خلال ظرف ١٠ ساعات من معاملة أجزاء ورقية بالمبيد، وأن العلاقة كانت مباشرة بين معدل التحسن الكيميائى للمبيد وحساسية الصنف له.

البصل

وجد Hiller & Weigle (١٩٧٠) اختلافات بين سلالات البصل فى قدرتها على تحمل مبيد الحشائش isopropyl N-(3-chlorophenyl) carbamate (اختصارًا: CIPC)، وكانت أكثر السلالات مقاومة هى المتحصل عليها من صنف البصل Iowa Yellow Globe.

استخدامات الهندسة الوراثية فى التربية لتحمل مبيدات الحشائش

يمكن أن تؤثر مبيدات الحشائش فى النباتات من خلال تأثيرها فى البلاستيدات الخضراء، أو الميتوكوندريات، أو أيض الأحماض النووية، أو تمثيل البروتين، أو خصائص الأغشية الخلوية... إلخ. ويتطلب إنتاج نباتات تتحمل مبيدات الحشائش — بطريق الهندسة الوراثية — الإلمام بالأساس الجزيئى لكيفية إحداث هذه المبيدات لتأثيراتها.

ونجد فى أعداد كبيرة من المبيدات الفعالة أن المبيد يؤثر على خطوة إنزيمية واحدة — من مسار حيوى معين — تلعب دورًا أساسيًا فى أيض الخلية. فمثلاً.. نجد أن كلاً من

مبيدى الحشائش Glean، و Oust يؤثران فى فعل الإنزيم acetolactate synthase، أول الإنزيمات الخاصة بمسار تمثيل الأحماض الأمينية المتشعبة isoleucine، و leucine، و valine.

وعندما تعرف الخطوة الحيوية التى يؤثر فيها مبيد الحشائش.. فإن العمل على إنتاج نباتات مقاومة لهذا المبيد — بطرق الهندسة الوراثية — يمكن أن يتقدم بعد ذلك

ومن الحالات التى حدث فيها تقدم فى هذا المجال ما يلى:

١— تحمل الجلايفوسيت Glyphosate:

يعد الجلايفوسيت المادة الفعالة فى المبيدين Roundup، و Tumbleweed المؤثرين فى عدد كبير من النباتات. وتتميز هذه المادة الفعالة كذلك بسرعة امتصاص النباتات لها وبأنها مقبولة بيئيًا، وسريعة التحلل بواسطة كائنات التربة الدقيقة وتتخصص هذه المادة فى التأثير على إنزيم 5-enol-pyruvylshikimate-3-phosphate (EPSP) synthase، وهو إنزيم رئيسى فى الـ shikimate pathway، حيث يلعب دوره فى تمثيل الأحماض الأمينية الأروماتية، ويكون نشاطه — أساسًا — فى البلاستيدات الخضراء.

وفى بداية محاولات هندسة نباتات مقاومة للجلايفوسيت.. أمكن عزل سلالة خلايا من البيتونيا *Petunia hybrida* قادرة على تحمل هذا المركب ، وتبين أنها تحتوى على كميات كبيرة من الإنزيم EPSP، بحيث ظهر تأثيره وأحدث مفعوله حتى فى وجود الجلايفوسيت. وتلا ذلك عزل الـ DNA المسئول عن تمثيل الإنزيم، ثم نقله إلى نباتات بيتونيا بطرق الهندسة الوراثية.

وفى محاولة أخرى أمكن عزل الجين المسئول عن تمثيل الإنزيم EPSP من *Salmonella typhimurium* المقاوم للجلايفوسيت، ثم نقله — بطرق الهندسة الوراثية — إلى نباتات التبغ، والطماطم، والحور، وكانت النباتات الناتجة قادرة على تحمل تركيزات من الجلايفوسيت بلغت ٠,٨٤ كجم/هكتار.

٢- تحمل الفوسفينوثريسين Phosphinothricin (اختصارًا PPT):

يعد الـ PPT المادة الفعالة لمبيدى الحشائش Basta، و Herbiace، وهو يثبط إنزيم glutamine synthase (اختصارًا GS)، الذى يلعب دورًا هامًا فى تمثيل الأمونيا. وقد أمكن عزل سلالة خلايا برسيم حجازى قادرة على تحمل الـ PPT، وتبين أنها تحتوى على كميات كبيرة من الإنزيم GS؛ وبذا.. تبين أن إنتاج كميات كبيرة من هذا الإنزيم فى الخلايا النباتية يفيد فى تحمل المبيد (Walden ١٩٨٨).

تحمل الحشائش للمبيدات

تتوفر صفة تحمل الحشائش للمبيدات فى كل من العشائر الطبيعية، وعشائر الحشائش التى تعرضت كثيرًا لمبيد معين أو مبيدات معينة. وبينما تكون صفة التحمل فى الحالة الأولى (فى العشائر الطبيعية) من الخصائص الطبيعية للنوع النباتى، فإن الصفة فى الحالة الثانية تظهر كطفرة تجد فرصتها للبقاء والتكاثر فى غياب المنافسة من بقية العشيرة فى ظروف المعاملة الدائمة بالمبيد. وتفيد دراسة صفة التحمل هذه فى تربية أصناف محصولية أكثر تحملاً للمبيد، وربما فى نقل تلك الصفة — بطرق الهندسة الوراثية — إلى الأنواع المحصولية الهامة.