وأضرارها على النباتات بوجه عام يراجع Heggestad & Heck (١٩٧١)، و Mudd & Kozlowski (١٩٧٥)، و Ormrod وآخرون (١٩٧٦).

دور الانتخاب الطبيعى فى تحمل النباتات لملوثات الهواء

نظرًا لأن جميع ملوثات الهواء التى تعانى منها النباتات — حاليًا — تعد حديثة نسبيًا، ولم يسبق للنباتات أن تعرضت لها من قبل؛ لذا .. لم يكن للانتخاب الطبيعى أى دور فى الإبقاء على أية طفرات ربما تكون قد ظهرت من قبل وتميزت بتحملها لأى من هذه الملوثات. ويعنى ذلك أن مثل هذه الطفرات — إن كانت قد ظهرت فيما مضى — لم يكن من الممكن انتخابها طبيعيًا لغياب العامل الانتخابى. والأغلب أن معظم هذه الطفرات قد تعرضت للاندثار، إلا أن بعضها ربما استمر تواجده قدرًا. وربما استفادت برامج التربية الحديثة — التى أجريت فى المناطق التى يزداد فيها تركيز ملوثات الهواء — دون وعى — من تلك الاختلافات الوراثية؛ فكانت الأصناف التى أفرزتها تلك البرامج — التى لم تهدف إلى تحمل ملوثات الهواء — أكثر تحملاً لتلك الملوثات من الأصناف التى أنتجت من قبل (قبل زيادة التلوث الجوى)، أو التى أنتجت فى مناطق أخرى ينخفض فيها التلوث.

طرق التقييم لتحمل الأوزون

تتبع الطرق التالية فى تقييم النباتات لتحمل الأوزون:

١- التقييم الحقلى:

أُنتجت — دون قصد — عديد من الأصناف المحسنة التى تتحمل الأوزون من مختلف المحاصيل الزراعية، لمجرد أن برامج التربية التى أفرزت تلك الأصناف أجريت فى مناطق يرتفع فيها تركيز الغاز، كما حدث فى مركز بحوث وزارة الزراعة الأمريكية فى بلتسفيل بولاية ميرلاند. ومن أمثلة تلك الأصناف: صنف البرسيم الحجازى Team، وأصناف البطاطس Kennebec، و Pungo، و Katahdin، التى لم يتأثر محصولها عند زراعتها فى حجرات نمو ذات هواء مرشح خال من الأوزون، بينما

ازداد محصول أصناف أخرى من البطاطس حساسة للغاز (مثل Norchip، و Haig، و La Chipper) تحت نفس الظروف، وهى أصناف نتجت من برامج تربية أجريت فى مناطق ينخفض فيها تركيز الغاز.

كذلك كان صنف الفاصوليا الجافة California Small White 59 — الذى أنتج فى كاليفورنيا — أكثر تحملاً للأوزون عن أصناف أخرى تزرع عادة فى ولاية متشيجان. كما كانت أصناف القطن التى أنتجت فى وادى سان واكيم فى كاليفورنيا — مثل الصنف Acala Sj-1 — أكثر تحملاً للأوزون من أصناف نشأت فى ولايات أو فى مناطق أخرى لا تعانى التلوث بالأوزون (عن Reinert وآخرين ١٩٧٩).

يتبين مما تقدم أن الاختبارات الحقلية فى المناطق التى يزيد فيها تركيز الأوزون تعد وسيلة فعالة لانتخاب النباتات التى تتحمل الغاز.

٢- اختبارات حجرات النمو:

أجريت عديد من اختبارات التقييم لتحمل الغاز فى ظروف حجرات النمو التى يتم التحكم فيها؛ حيث يتم تعريض النباتات لتركيزات عالية من الغاز لعدة ساعات، ثم يقدر الضرر الحادث للنموات الخضرية. ويكون دليل الضرر — عادة — هو نسبة الجزء المصاب من كل ورقة.

ويتعين فى هذه الاختبارات أن تكون الظروف البيئية وتركيز الغاز مقاربة لما تكون عليه الحال فى الظروف الطبيعية. كما يجب تحديد فترة مناسبة للتعريض للغاز، ويتعين أخذ كافة العوامل الأخرى المؤثرة على حساسية النباتات فى الحسبان؛ مثل: عمر النبات، ودرجة النضج، والوقت من اليوم (لعلاقة ذلك بانفتاح الثغور وانغلاقها)، وحالة التغذية بالعناصر التى يحتاج إليها النبات، كما يلى:

أ- عمر النبات:

تتأثر حساسية النباتات للأوزون بمرحلة النمو النباتى ومعدله. فمثلاً .. تكون الفاصوليا الجافة أكثر حساسية للغاز بعد وصول النباتات إلى مرحلة الإزهار التام. ففى تلك الأثناء ..

يتوقف تكوين أوراق جديدة، ويعاد توزيع المواد الكربوهيدراتية — من النموات الخضرية — إلى الأعضاء التكاثرية. وقد وجد أن الفاصوليا تكون أكثر حساسية لكل من الأوزون وأكسيد الكبريت ابتداء من مرحلة الإزهار التام إلى مرحلة اكتمال الإثمار؛ أما قبل ذلك . فقد أبدت النباتات درجات مختلفة من القدرة على تحمل الغازين.

وفى دراسة على ستة أصناف من الطماطم اختلفت حساسيتها للأوزون وهى بعمر ٢، و ٤، و ٦ أسابيع، ولكن الترتيب النسبى للأصناف — من حيث استجابتها للغاز — ظل ثابتًا.

ب- عمر الورقة:

وجد فى القطن — على سبيل المثال — أن حساسية الأوراق للأوزون تكون أعلى ما يمكن عندما تصل إلى نحو ٧٥٪ من نموها الطبيعى، ثم تقل حساسيتها للغاز تدريجيًا بعد ذلك.

جـ – الوقت من اليوم:

كانت أوراق التبغ حساسة للأوزون بعد ٤ ساعات من التعرض للضوء، ثم انخفضت حساسيتها للغاز — تدريجيًا — بعد ٦ ساعات من التعرض للضوء (عن Reinert وآخرين ١٩٧٩).

جهود التربية لتحمل ملوثات الهواء

حظيت بعض النباتات المزروعة، وخاصة التبغ والبيتونيا وبعض محاصيل الخضر مثل الطماطم والذرة السكرية والفاصوليا والبطاطس بكثير من الاهتمام لأجل إنتاج أصناف أكثر تحملاً لمختلف ملوثات الهواء، وخاصة الأوزون الذى يعد من أهم تلك الملوثات. ونستعرض — فيما يلى — الجهود التى بذلت فى تربية بعض هذه المحاصيل.

١- الطماطم:

قيم Gentile وآخرون (١٩٧١) عددًا من أصناف وسلالات الطماطم والأنواع البرية