المركب	نسبته (٪)
3-n-butylphthalide	٦,٩٢
nerolidol	٢,٢٩
alpha-selinene	١,٦٣
beta-pinene	١,٢٢
d-carvone	١,٨٦
n-amylbenzene	١,٦٣
beta-myrcene	١,٣
cis-limonene oxide	١,١٢

السورالينات وأهميتها ومضارها

ترجع النكهة المميزة للكرفس إلى محتواه من الثاليدات phthalides والتربينات terpenes، والفيورانوكيومارينات linear furanocoumarins، مثل الـ psoralen، و الـ xanthotoxin، والـ bergaten، والـ isopimpinellin.

وتُحدث المركبات الثلاث الأولى (الـ psoralen، والـ xanthotoxin، و الـ bergaten) مشاكل جلدية للإنسان والحيوان بعد ملامستها للجلد – أو تناولها – إذا أعقب ذلك التعرض للضوء.

وللسورالينات تأثيرات بيولوجية ضارة، حيث تكون مطفرة للدنا (الـ DNA)، ومسرطنة إن وجدت مع الأشعة فوق البنفسجية فى المدى الموجى ٣٢٠–٣٨٠ مللى ميكرون.

وقد اكتشفت أضرار السورالينات على العمال المشتغلين بالكرفس سواء أكان عملهم فى الحقول، أم فى محلات السوبر ماركت (عن Afek وآخرين ١٩٩٥ب).

وعادة لا يصل تركيز تلك المركبات فى الكرفس إلى المستوى السام للإنسان، إلا أن تركيزها يزداد فى وجود الملوثات، وفى الحرارة المنخفضة، وفى حالات الإصابات المرضية والميكانيكية، وعند كثرة التعرض للأشعة فوق البنفسجية (عن Rubatzky وآخرين ١٩٩٩).

ويوجد نوعان رئيسيان من السورالينات psaralens (الـ linear furanocoumarins)، هما: 5-methoxypsoralen، و 8-methoxypsoralen (والأصح: methoxsalen).

وقد قدر تركيز السورالينات فى الأجزاء المختلفة لصنف الكرفس الواسع الانتشار Tall Utah 52-70R وسلالة التربية UC-08، وكانت النتائج كما يلى:

الجزء النباتى	تركيز السورالينات (جزء فى المليون)
الأوراق الخارجية المسنة	٤٤,٩
الأوراق الوسطى المكتملة التكوين	٩.٩
أوراق القلب الصغيرة	٣,٦
أعناق الأوراق الخارجية المسنة	١,٤
أعناق الأوراق الوسطى المكتملة التكوين	١,٠
أعناق أوراق القلب الصغيرة	١,٥
الجذور	٠,٩

وتبعًا لتلك النتائج فإن أنصال الأوراق الخارجية المسنة والأوراق الوسطى المكتملة التكوين فقط هى التى تحتوى على تركيزات عالية من السورالينات إلى درجة قد تشكل خطرًا على صحة الإنسان والحيوان (Diawara وآخرون ١٩٩٥).

وقد وصل تركيز المركبات: الـ psoralen، والـ bergapten، والـ xanthotoxin، والـ isopimpinellin إلى حوالى ١٢-٥٠ جزءًا فى المليون فى خمسة أصناف من الكرفس. وقد أدى رش الكرفس ٢-١٤ مرة بالبرافو ٥٠٠ Bravo 500 (وهو chlorothalonil)، أو بالمانزيت د Manzate-D (وهو mancozeb)، أو بالكوسيد ١٠١ Kocide 101 (وهو أيدروكسيد نحاس) إلى زيادة الـ bergapten بمقدار ضعفين إلى أربعة أضعاف فى أنصال وأعناق الأوراق، والـ isopimpinellin بمقدار ضعفين إلى ثلاثة أضعاف فى أنصال الأوراق (Nigg وآخرون ١٩٩٧).

يعتقد أن السورالينات Psoralens (وهى: linear furancocumarins) - التى توجد فى الكرفس، والجزر الأبيض، والبقدونس، والتين، والموالح - هى فيتوألاكسينات ذات علاقة بمقاومة الكرفس لمسببات الأمراض. كما تنتج هذه المركبات بمعاملات خاصة؛ مثل كبريتات النحاس، والأشعة فوق البنفسجية، والحرارة المنخفضة. كما أدت الأضرار

الميكانيكية للكرفس عند الحصاد إلى زيادة تركيز الـ furacoumarin من ٢ إلى ٩٥ جزءًا فى المليون على أساس الوزن الطازج.

ولكن يبدو أن السورالينات ذاتها ليست هى الفيتوألاكسينات، وإنما مرد النشاط المضاد لمسببات الأمراض إلى المارمسين marmesin، الذى يتكون منه السورالين. وقد وجد Afex وآخرون (١٩٩٤، و ١٩٩٥أ) أن معاملة الكرفس بالجبريللين بعد الحصاد أدت إلى إبطاء تكوين السورالين، مع استمرار مقاومة النباتات لأمراض المخازن لفترة طويلة، علمًا بأن المارمسين يتحول تدريجيًّا - بصورة طبيعية - إلى سورالين بعد الحصاد.

وقد تبين أن المارمسين marmesin (+) - وهو بادئ السورالينات psoralens فى الكرفس - تبلغ قوة مضادته للفطريات مئة ضعف قوة السوالينات. وقد صاحبت زيادة قابلية الكرفس للإصابة بالأمراض خلال شهر من التخزين نقصًا فى محتواه من المارمسين واكبته زيادة فى تركيز السورالين. وأوضحت الدراسات أن الزيادة فى إصابة الكرفس بالأعفان ترتبط سلبيًّا بتركيز المارمسين وإيجابيًّا بتركيز السورالين. وظهر بعد شهر من تخزين الكرفس على صفر أو ٢°م أن تركيز السورالينات ازداد من ١٠ إلى ١٣٦ أو إلى ٨٧ جزءًا فى المليون - على أساس الوزن الطازج - على التوالى، بينما انخفض تركيز المارمسين تحت الظروف ذاتها من ٣٣ إلى ٤ أو إلى ١١ جزءًا فى المليون. وقد كانت إصابة الكرفس بالأعفان بعد شهر من التخزين على صفر أو ٢°م هى ٦٢٪، و ٢٧٪ على التوالى (Afek وآخرون ١٩٩٣، و ١٩٩٥ب).

كذلك اكتشف Afek وآخرون (١٩٩٣، و ١٩٩٥جـ) فيتوألاكسين آخر غير المارمسين أطلقوا عليه اسم الكولمبيانتين columbiantein بلغت قوة مضادته للفطريات ما لا يقل عن ٨٠ ضعف قوة السورالينات، وكما كان الحال مع المارمسين، فإن تركيز الكولمبيانتين انخفض أثناء تخزين الكرفس لمدة شهر على الصفر المئوى، وواكب ذلك زيادة فى كل من قابلية الخس للإصابة بالأعفان ومحتواه من السورالين.

محتوى الكرفس من النترات

قدر محتوى النيتروجين النتراتى بالجزء فى المليون على أساس الوزن الجاف بنحو