القيام بعملية البناء الضوئى قبل القطف وبين القطفات إلى زيادة محصول المشروم العادى جوهريًا بمعدل ارتبط إيجابيًا بتركيز المعلق البكتيرى المستخدم. وعندما استخدم ٥ لترات من معلق يحتوى على ٣,٣ × ١٠^٩ خلية بكتيرية حية/ملليمتر لكل مرقد إنتاجى (٠,٥٤م^٢) ازداد محصول المشروم بنسبة ٣٩,٥٪. هذا .. ولم تؤثر المعاملة على محتوى الأجسام الثمرية من المادة الجافة أو البروتين (Han ١٩٩٩).

تأثير المركبات المتطايرة على المشروم

تظهر حالة العرف الوردى (وهى التى يتكون فيها نسيج الخياشيم على السطح العلوى للمظلة) نتيجة للتعرض لأبخرة بعض المواد، مثل: الكيروسين، وزيت الديزل. وتبلغ حساسية المشروم العادى لأبخرة زيت الديزل أقصاها عندما يكون بقطر ٢-١٠ مم.

ومن المركبات الأخرى التى قد تلوث الهواء وتؤثر فى النمو الثمرى للمشروم: الفورمالدهيد، والتولين toluene، والزيلين xylene، حيث تؤدى إلى صغر حجم الأجسام الثمرية المتكونة، كما يُحدث التعرض للفورمالدهيد شقوقًا عميقة وتشققات بالمظلة، وهو ما يحدث عندما يستخدم الفورمالين كمحلول مائى فى رى طبقة الـ casing.

ليس للمركبات المتطايرة التى تنطلق من الكومبوست الذى ينمو فيه المشروم (مثل: الألدهيدات، والكيتونات، والإيثانول، والإسترات) سوى تأثير بسيط على تهيئة المشروم لتكوين الأجسام الثمرية وعلى المحصول، ولكنها تحفز نمو الأعفان، من قبيل *Trichoderma viride*، و *Pencillium* spp. فى طبقة الـ casing.

وعمومًا .. فإن التأثير العام للأبخرة التى يتعرض لها المشروم هو: نقص المحصول وصغر حجم الأجسام الثمرية المتكونة، علمًا بأن الأجسام الثمرية هى التى تتأثر بالأبخرة، بينما لا يكون الميسيليوم حساسًا لها (عن Flegg & Wood ١٩٨٥).

صفات الجودة

إن لعديد من العوامل البيئية وعمليات الخدمة الزراعية تأثيرات كبيرة على محصول المشروم وصفات الجودة به، وهى أمور سبق تفصيلها فى الفصل الرابع عشر، الذى يمكن

الرجوع إليه فيما يتعلق – كذلك – بالتأثير الإيجابى لإضافة كلوريد الكالسيوم إلى ماء الرى على محصول المشروم وجودته.

اللون

تكون الهيفات المفردة لعيش الغراب عديمة اللون أو منفذة للضوء، ولكنها تحتوى على إنزيمات تتفاعل – فى ظروف معينة – مع بعض محتويات الخلايا لتكون مركبات ملونة. ويعد الإنزيم monophenol monoxidase (أو tyrosinase) هو المسئول عن التفاعل الذى يؤدى إلى التلون البنى الذى يشاهد عند شيخوخة الجسم الثمرى سواء كان مقطوفًا أم فى مكان إنتاجه. وبينما تعمل الأغشية الخلوية على تأمين فصل الإنزيم عن المركبات التى يعمل عليها أثناء النمو الطبيعى للمشروم، فإن ذلك الفصل يتوقف عند خدش المشروم أثناء حصاده وتداوله، وكذلك عند دخوله فى مرحلة الشيخوخة؛ مما يؤدى إلى تكوين الصبغات البنية اللون. وفى الحالات الشديدة ترشح محتويات الخلايا من المظلة وتجعلها لزجة. وتتحد المركبات الفينولية عديمة اللون التى توجد فى تلك الإفرازات مع الأكسجين لتعطى كوينونات quinones تكون فى البداية وردية اللون، ثم تصبح قرمزية، فبنية. وتتوقف شدة التلون البنى على كل من نشاط الإنزيم ومدى تواجد المواد الأولية التى يعمل عليها. وعلى الرغم من أن تلك التغيرات اللونية تكون دليلاً على الشيخوخة، فإنها ليست بالضرورة دليلاً على وجود أى تغيرات فى الرائحة (عن Nichols ١٩٨٥).

الصلابة والمادة الجافة

تزداد صلابة المشروم بزيادة محتواه من المادة الجافة، فى الوقت الذى تزداد فيه كذلك قدرته التخزينية وتقل درجة انكماشه أثناء التعليب، كما يقل المحصول الطازج (Loon وآخرون ٢٠٠٠).

الطعم والنكهة

يعتقد بعض الباحثين أن بعض المركبات غير المتطايرة تسهم فى إكساب المشروم نكهته المميزة، من بينها: حامض الجلوتامك، والأحماض الدهنية القصيرة السلاسل،

والمواد الكربوهيدراتية، كما قد يسهم البروتين فى إكساب المشروم طعمه العام. كذلك تسهم المركبات النيتروجينية غير البروتينية مثل النيكلوتيدات nucleotides – التى تعرف بكونها مركبات مسئولة عن الطعم فى بعض الأغذية – .. تسهم فى إكساب المشروم طعمه العام. هذا .. إلا أن النكهة – التى تستشعر أساسًا بحاسة الشم – تحددها بصفة رئيسية المركبات المتطايرة التى توجد فى المشروم.

تتركز النكهة المميزة للمشروم العادى – أساسًا – فى الجزء الوسطى من المظلة وفى الساق، بينما تكون النكهة أقل كثيرًا فى كل من الطبقات الخارجية من المظلة، والخمار، والخياشيم.

وحتى عام ١٩٨٥ كان قد تم التعرف على أكثر من ١٥٠ مركبًا متطايرًا فى مختلف أنواع المشروم، وبخاصة فى المشروم العادى *A. bisporus*.

إن كثيرًا من المركبات المتطايرة الهامة فى المشروم تحتوى على ثمانى ذرات كربون، وبعضها أقل تطايرًا يحتوى على عشر ذرات كربون، وهى تتكون إنزيميًا من كل من حامضى اللينوليك linoleic، واللينولينك linoleinc، وكلاهما يتواجد طبيعيًا فى المشروم (عن Manning ١٩٨٥).

يُعد 1 octen-3-ol من أهم المركبات المتطايرة التى تتواجد فى عيش الغراب، وهو الذى يكسب المشروم رائحته المميزة، واعتبرت صورته الطبيعية (–) أهم المركبات المسئولة عن نكهة المشروم، وهى أهم – فى هذا الشأن – من صورته الـ (+).

ومن بين المركبات المتطايرة الأخرى التى وجدت فى عيش الغراب، ما يلى (عن Nichols ١٩٨٥):

1-octen-3-one	3-octanone
3-methylbutanol	3-octanol
benzaldehyde	furfural
benzyl alcohol	phenylacetaldehyde
2,4-decadienal	2-4-nondienal
1-octen-3-yl proprionate	tetrachloro-1,4-dimethoxybenzene
Octanol	

وبدراسة أنواع المركبات المتطايرة التى توجد فى ٨٢ نوعًا من المشروم المأكول والسام، وجدت التربينات الأحادية monoterpenes فى ٣٤ نوعًا منها، وأمكن تحديد ٢٧ من تلك المركبات، والتى كان منها ما يلى (Breheret وآخرون ١٩٩٧).

Limonene	α-pinene
Camphene	β-phellandrene
	Linalool

وقد تراوح تركيز المركب 1-octen-3-ol أثناء دورة إنتاج المشروم بين ١٩,٣، و ٣٧,٢ جزءًا فى المليون، وقد ازداد تركيزه فى الخياشيم عما فى الأنسجة الأخرى، وانخفض تركيزه كثيرًا مع ازدياد فترة التخزين. هذا .. وقد ازداد تركيز المركب فى الأجسام الثمرية الصغيرة المقفلة الخمار عما فى الأجسام الأكثر تقدمًا فى النمو المفتوحة الخمار، ولكنه ازداد مرة أخرى بعد تعرض الخياشيم للجو الخارجى. وأدت إضافة كلوريد الكالسيوم إلى ماء الرى – بهدف تحسين جودة الثمار وقدرتها التخزينية – إلى زيادة تركيز المركب بعد الحصاد مباشرة (Mau وآخرون ١٩٩٢، و ١٩٩٣).

ويعتقد بأن المركب 1-octen-3-one – الذى يزداد تركيزه بعد طهى المشروم فى الماء – يتكون من أكسدة المركب 1-octen-3-ol.

ويؤدى تجفيف المشروم إلى فقد معظم محتواه (حتى ٩٠٪) من المركب الرئيسى المسئول عن النكهة المميزة، وهو 1-octen-3-ol (عن Manning ١٩٨٥).

وقد كانت المركبات المتطايرة التى أمكن عزلها من النمو الميسيليومى للمشروم العادى النامى فى بيئات صناعية سائلة فى دوارق مخروطية هزازة مماثلة لتلك التى توجد فى الأجسام الثمرية، على الرغم من وجود اختلافات بينهما فى تركيز المركبات ونسبتها إلى بعضها البعض. وقد كان أبرز المركبات تواجدًا فى الحالتين هو 1-octen-3-ol. وقد ازداد محتوى الميسيليوم من هذا المركب بعد إضافة حامض اللينوليك linoleic acid إلى الميسيليوم الذى تم حصاده من بيئة أضيف إليها زيت فول الصويا. ويستدل من ذلك أن البيئات السائلة تعد طريقة بديلة لإنتاج ميسيليوم فطرى ذا محتوى عال من المركبات المسئولة عن نكهة عيش الغراب لاستخدامها كمكسبات طعم فى الأغذية (Mau & Hwang ١٩٩٩).

ومن أهم المركبات المسئولة عن النكهة المميزة فى الشيتاكى (*Lentinus edodes*) المركب 1,2,3,5,6-pentathiepane (أو lenthionine). كذلك عزل من هذا المشروم المركبات الكبريتية: methanethiol، و dimethyl sulfide، و dimethyl disulfide، وهى التى – إلى جانب إسهامها فى إكساب الشيتاكى نكهته المميزة – فإنها تسهم – كذلك – فى إكسابه طعمه المميز.

هذا .. ويستعمل المشروم *Moramius alliaceus* (أو مشروم الثوم garlic mushroom) كبهار، وذلك لما له من طعم متميز. وقد أمكن عزل ٢٧ مركبًا متطايرًا منه تضمنت المركبات المتطايرة والكبريتية التالية (Rapior وآخرون ١٩٩٧):

2,4,5,7-tetrathiaoctane	2,3,5-trithiahexane
2,4-dithipentane	3,4-dithiahexane
2, thiapentanal	1,3-dithietane
benzaldehyde	2,3,5-trithiahexane
2,3,4,6-tetrathiaheptane	dimethyl disulfide
dimethyl trisulfide	dimethyl tetrasulfide

العيوب الفسيولوجية

تظهر بعض العيوب الفسيولوجية على صورة تكوينات شاذة عند الإنتاج التجارى للمشروم. وعلى الرغم من ربط المنتجين لتلك الحالات الشاذة بالسباون المستخدمة، إلاّ أن السباون غالبًا ما تكون بريئة من تلك الحالات، التى يعتقد أن مردها إلى التعرض لظروف بيئية غير مناسبة.

الجل الصلب hard gill

تعرف حالة الجل الصلب – كذلك – باسم "الخمار المفتوح" open veil، وفيها يكون الخمار مفتوحًا أو غائبًا، والخياشيم غير طبيعية أو صغيرة أو غير موجودة، ولا يعرف سبب تلك الحالة.