تحليل علمي مقارن Bio-G-Active :مقابل الكلور كمادة مضادة للميكروبات

مقدمة

يُعد **Bio-G-Active**، الذي تم تطويره من قبل شركة **BGA-Dictum GmbH**، مادة مضادة للميكروبات متقدمة ومشتقة بيولوجيًا، صُمّمت خصيصًا لإزالة التلوث من جثث الدواجن.
ويستهدف المنتج خفض الحمل الميكروبي على سطح اللحوم، بما في ذلك مسبّبات الأمراض الخطيرة مثل *السالمونيلا والإشريكية القولونية (E. coli)*.

وعلى الرغم من أن الكلور يُستخدم على نطاق واسع كمطهّر في معالجة الدواجن، إلا أن له **عيوبًا واضحة** من حيث فعاليته الميكروبية، وتأثيره على الخصائص الحسية للحوم، بالإضافة إلى المخاطر الصحية والبيئية المرتبطة به.

يُقدّم هذا التقرير **تحليلًا علميًا مفصلًا** حول المزايا المثبتة لـ **Bio-G-Active** مقارنة بالكلور، مع التركيز على:

- تفوقه في الفعالية المضادة للميكروبات،
- تحسين الخصائص الحسية للمنتج،
- وانخفاض المخاطر الصحية والبيئية.

كما سيتم شرح الآليات البيولوجية التي يقوم عليها **Bio-G-Active**، لإبراز سبب كونه **حلًا آمنًا وفعّالًا** في معالجة الأغذية الحديثة.
وسيتم أيضًا التطرق بشكل معمّق إلى الجوانب الإشكالية المرتبطة باستخدام الكلور، لإظهار تفوّق Bio-G-Active في هذا السياق.

فعالية Bio-G-Active الميكروبية مقارنة بالكلور

تُعد الفعالية الميكروبية من الجوانب الأساسية عند اختيار عامل إزالة التلوث في معالجة لحوم الدواجن.
وقد أثبت **Bio-G-Active** تفوقه على الكلور في معظم جوانب خفض الحمل الميكروبي.
ويعود ذلك إلى آلية عمل Bio-G-Active التي تقوم على **خفض درجة الحموضة (pH)** على سطح اللحم، مما يخلق بيئة غير مناسبة لبقاء الكائنات الحية الدقيقة.

- **خفض العدّ البكتيري الكلي:(TBC)**
  أظهر Bio-G-Active قدرة على خفض العدّ البكتيري الكلي بما يصل إلى **ثلاث دورات لوغاريتمية** خلال بضع ساعات من التطبيق.
  بينما أظهر الكلور خفضًا يتراوح فقط بين **دورة إلى دورة ونصف**، ويُعزى هذا الفارق إلى الخصائص الكيميائية الأساسية لكلا المركبين.

فالكلور يعمل فقط على السطح، بينما يخترق Bio-G-Active الشقوق المجهرية في الجلد، مما يُعزز من فعالية إزالة التلوث.

- **التأثير على العائلة المعوية (*Enterobacteriaceae*) و *Staphylococcus aureus*:**
أظهرت التجارب أن Bio-G-Active يُقلل تركيز *Enterobacteriaceae*، بما في ذلك *E. coli*، بشكل أكثر فعالية من الكلور.
ويكتسب هذا الأمر أهمية بالغة، حيث تُعتبر هذه البكتيريا **مؤشرات على التلوث البرازي** ومعايير النظافة في الإنتاج.
كما أظهر *Staphylococcus aureus*، وهو أحد مسبّبات الأمراض الشائعة في الصناعات الغذائية، انخفاضًا ملحوظًا عند استخدامBio-G-Active ، في حين كانت فعالية الكلور محدودة في نفس الظروف.
- **الفعالية ضد :*Salmonella spp.***
تُعد السيطرة على *السالمونيلا* أمرًا حاسمًا لسلامة الأغذية.
وأظهرت الدراسات أن Bio-G-Active **أكثر فعالية بكثير من الكلور**، حيث لم يقتصر تأثيره على خفض عدد مستعمرات السالمونيلا فحسب، بل قلّل عدد العينات الإيجابية بشكل كبير – بل إن بعض العينات أصبحت خالية تمامًا من السالمونيلا بعد المعالجة بـ.Bio-G-Active

تُعزى هذه القدرة القاتلة للبكتيريا إلى **خفض درجة الحموضة** والهجوم المباشر على أغشية الخلايا البكتيرية.
أما الكلور، فيُمكن تعطيله جزئيًا عند وجود مواد عضوية على سطح اللحم، حيث يتفاعل معها مكوّنًا مركّبات غير فعالة أو أقل كفاءة.

مشكلات الكلور في أجهزة التبريد الدورانية pH :(Spin Chillers) وتأثير الفعالية

تُعد إحدى أبرز التحديات في استخدام الكلور في معالجة لحوم الدواجن، وخاصةً داخل **أجهزة التبريد الدورانية(Spin Chillers)** ، هي **تأثر فعاليته بتغير درجة الحموضة.(pH)**
ففي هذه الأنظمة التي تُستخدم لتبريد الذبائح بسرعة مع غسلها من الملوثات، يُمكن أن يتدهور أداء الكلور بشكل كبير بسبب تقلبات.pH

- **اعتماد فعالية الكلور على درجة الحموضة:**
يكون الكلور أكثر فعالية عند درجة حموضة **حوالي 6–7**، حيث يكون الشكل النشط **حمض الهيبوكلوروس (HOCl)** هو السائد، وهو أكثر فعالية بكثير من **أيون الهيبوكلوريت.(OCl^-)**
لكن في بيئة التبريد الدوراني، تزداد درجة الحموضة تدريجيًا بسبب تراكم المواد العضوية مثل الدم والدهون والبروتينات.
وعندما ترتفع درجة الحموضة فوق **7.5**، تتناقص نسبة HOCl ويزداد OCl^- ، مما يؤدي إلى **انخفاض كبير في فعالية الكلور**.
- **صعوبة الحفاظ على فعالية ثابتة:**
تتطلب فعالية الكلور الحفاظ على pH منخفض وثابت، مما يُشكّل عبئًا تشغيليًا، حيث يحتاج المشغّلون إلى مراقبة دائمة وإضافة أحماض لضبط.pH
وهذا لا يزيد من التعقيد والتكلفة فقط، بل يُؤدي أيضًا إلى تقلبات شائعة في الفعالية خلال معالجة كميات كبيرة من الدواجن.

- **ميزة Bio-G-Active في التحكم بـ:pH**

على عكس الكلور، يحتفظ Bio-G-Active بفعاليته **عبر نطاق أوسع من درجات الحموضة**.
تُساهم الأحماض العضوية في تركيبته في **خفض طبيعي لـ pH** داخل جهاز التبريد، مما يُشكّل بيئة معادية للبكتيريا دون الحاجة لتعديل مستمر.
كما أن Bio-G-Active **لا يتفاعل مع المواد العضوية** لتكوين نواتج ثانوية غير فعالة، بل يحافظ على فعاليته العالية **حتى مع ارتفاع الحمل العضوي**، مما يُوفّر إزالة تلوث متسقة دون تدخل متكرر.

آليات الفعالية الميكروبية

يعمل **Bio-G-Active**من خلال عملية بيولوجية مُعزّزة تدعم التحلل الطبيعي للميكروفلورا الموجودة على سطح اللحوم.
ويمكن تقسيم آلية التأثير إلى **أربع مراحل تكاملية**:

المرحلة الأولى – خفض درجة الحموضة:(pH)
تُساهم مكوّناتBio-G-Active ، وخاصة **الأحماض العضوية** مثل حمض اللاكتيك، في **خفض درجة الحموضة بشكل كبير** على سطح اللحم.
ويُثبط انخفاض pH نمو البكتيريا، نظرًا لأن معظم مسبّبات الأمراض تتكاثر في بيئات متعادلة أو قلوية قليلاً.
يُؤدي هذا الانخفاض إلى إبطاء الانقسام الخلوي وجعل الخلايا أكثر عرضة للتدمير.

بالإضافة إلى ذلك، يُؤثر Bio-G-Active بشكل نشط على **الميكروفلورا الطبيعية** من خلال **الكربوهيدرات البريبايوتيكية**، وخاصة السكريات الأحادية، التي تُعزز نمو البكتيريا المفيدة وغير المرضية.
وتؤدي هذه الميكروبات إلى **هيمنة بيولوجية** من خلال نشاطها الأيضي، مما يُزيح مسبّبات الأمراض من البيئة ويُثبت التوازن الميكروبي، وبالتالي يُطيل فترة صلاحية المنتج بشكل مستدام.

المرحلة الثانية – الفعل القاتل للبكتيريا:
يخترق Bio-G-Active **أغشية خلايا البكتيريا**، ويُحدث فيها خللًا هيكليًا يؤدي إلى موتها.
ويُعزز هذا التأثير من خلال التآزر بين **حمض اللاكتيك، الفوسفات، وحمض الأسكوربيك**.
في المقابل، يقتصر تأثير الكلور على الطبقات الخارجية للخلايا، ويتعطّل بسرعة عند وجود مواد عضوية.

ويُعزز Bio-G-Active تأثير الحموضة من خلال اضطراب توازن الأيونات داخل الخلايا، مما يُسبب **ضغطًا أسموزيًا** يؤدي إلى زعزعة البنية الخلوية لمسبّبات الأمراض، ويوقف نشاطها الأيضي.
وتُحقق هذه الآلية **انخفاضًا كبيرًا في مسبّبات الأمراض** مثل *السالمونيلا* و*كامبيلوباكتر* حتى بعد فترات تماس قصيرة.

المرحلة الثالثة – التأثيرات المضادة للأكسدة:
بالإضافة إلى الفعالية الميكروبية، يُوفّر Bio-G-Active **خصائص مضادة للأكسدة** تُعد ضرورية للحفاظ على **الخصائص الحسية والفيزيائية** للحوم الدواجن.
يمنع حمض الأسكوربيك **أكسدة الميوغلوبين**، مما يُثبت لون اللحم ويُحافظ على مظهره الطازج والجذّاب.

كما تُقلل المكوّنات المضادة للأكسدة من **تدهور الدهون والبروتينات** الناتج عن الأكسدة، مما يُحافظ على القوام والطراوة والطعم.
ولا تُساهم هذه الآلية فقط في إطالة فترة الصلاحية، بل تُساعد أيضًا على منع ظهور **روائح أو نكهات غير مرغوبة** ناتجة عن الإجهاد التأكسدي.

مقارنةً بالكلور، يتفوق Bio-G-Active بوضوح في هذا الجانب، حيث إن الكلور لا يُثبط عمليات الأكسدة ولا يُحسنها – بل قد يُؤثر سلبًا على الخصائص الحسية.

المرحلة الرابعة – التحلل الحيوي الكامل:
جميع مكوّنات Bio-G-Active قابلة **للتحلل البيولوجي بالكامل**، ولا تترك أي بقايا في المنتج النهائي.
ويُعد هذا ميزة كبيرة مقارنة بالكلور، الذي يتفاعل مع المواد العضوية مُنتجًا **مركّبات عضوية مكلورة** (Organochlorines)، يُشتبه في تأثيرها الضار على الصحة.

يضمن هذا التحلل الكامل أمان الاستخدام ويُلغي القلق بشأن **بقايا سامة محتملة** في اللحوم المعالجة.

ملخص آليات عملBio-G-Active

تستند آليات عمل **Bio-G-Active**إلى تركيبة فريدة تتكوّن من **أربع مراحل تكاملية**، تُحقّق السلامة الميكروبيولوجية وتحافظ في الوقت ذاته على الخصائص الحسية للدواجن:

١ .خفض درجة الحموضة:(pH)
تُساهم الأحماض العضوية، ولا سيّما حمض اللاكتيك، في خفض pH على سطح اللحم بشكل ملحوظ، مما يُثبط نمو مسبّبات الأمراض ويجعلها أكثر عرضة للتدمير.

٢ .الفعل القاتل للبكتيريا:
يُزعزع Bio-G-Active أغشية خلايا مسبّبات الأمراض من خلال التآزر بين حمض اللاكتيك والفوسفات وحمض الأسكوربيك، ويُحقق خفضًا مستدامًا في مسبّبات الأمراض مثل *السالمونيلا* و*كامبيلوباكتر*.

٣ .التأثيرات المضادة للأكسدة:
يُثبط حمض الأسكوربيك ومكوّنات أخرى مضادة للأكسدة العمليات التأكسدية، مما يُثبت لون اللحم ويُحافظ على القوام والطعم والنضارة.

٤ .التحلل البيولوجي الكامل:
بعد انتهاء المراحل الفعّالة، يتحلل Bio-G-Active بالكامل إلى نواتج طبيعية غير ضارة مثل الماء وثاني أكسيد الكربون، دون ترك أي بقايا، مما يضمن الاستدامة البيئية وسلامة المنتج.

مقارنةً بالكلور، يُقدّم Bio-G-Active مزايا واضحة:
فهو **يخترق أعمق**، ويحتفظ بفعاليته **حتى بوجود المواد العضوية**، ولا يُؤثر سلبًا على **لون اللحم أو مذاقه**.
كما أنه **قابل للتحلل الحيوي تمامًا** ولا يترك **أي بقايا** على سطح اللحم، مما يجعله **حلًا مبتكرًا ومستدامًا** في معالجة الدواجن الحديثة.

جدول المقارنة Bio-G-Active :مقابل الكلور وفوسفات ثلاثي الصوديوم

المعيار	Bio-G-Active	الكلور	فوسفات ثلاثي الصوديوم
خفض درجة الحموضة(pH)	فعّال ومستقر	متوسط	مرتفع ولكن قصير الأمد
الفعالية الميكروبية	يخترق بعمق	تأثير سطحي	قوي لكنه يترك بقايا
التأثيرات المضادة للأكسدة	نعم – يمنع الأكسدة	لا يوجد	محدود
خالٍ من البقايا	نعم	لا – يترك نواتج ثانوية	لا
الأثر البيئي	قابل للتحلل الحيوي	نواتج سامة	قابلية تحلل محدودة

المزايا المثبتة علميًا لـBio-G-Active

يُقدّم **Bio-G-Active**مجموعة من المزايا المثبتة علميًا مقارنة بالكلور، مما يجعله خيارًا متفوقًا في معالجة لحوم الدواجن:

١ .فعالية ميكروبية أعلى بشكل ملحوظ:
يُقلّل Bio-G-Active الحمل الميكروبي، وخاصةً مسبّبات الأمراض الخطيرة مثل *السالمونيلا* و*الإشريكية القولونية (E. coli)* ، بشكل أكثر فعالية من الكلور.
ويُوفّر إزالة تلوث أكثر كفاءة وانتظامًا على جثث الدواجن.

٢ .لا يترك بقايا ضارة:
بينما قد يترك الكلور بقايا ذات تأثيرات ضارة محتملة، فإن Bio-G-Active لا يترك أية بقايا.
كما أنه قابل للتحلل الحيوي بالكامل، مما يجعله خيارًا أكثر أمانًا لصناعة الأغذية.

٣ .تحسين الخصائص الحسية:
يُحسّن Bio-G-Active قوام وطعم ولون اللحم المعالج، مما يُعزز قبوله لدى المستهلك.
وتُساهم هذه الفوائد الحسية في تحسين جاذبية المنتج وزيادة فرصه التسويقية.

٤ .صديق للبيئة وآمن صحيًا:
لا يُنتج Bio-G-Active نواتج ثانوية ضارة، وهو قابل للتحلل بالكامل، مما يُقلل من تكاليف التخلص من النفايات ويُخفّف الأثر البيئي، على عكس الكلور.

٥ .فعالية ثابتة في أجهزة التبريد الدورانية:(Spin Chillers)
لا تتأثر فعالية Bio-G-Active بتغيرات pH كما هو الحال مع الكلور.
بل تُحافظ تركيبته على بيئة حمضية طبيعية، مما يضمن أداءً ثابتًا حتى مع تغير الحمل العضوي.
وهذا يُحقق فعالية ميكروبية عالية بشكل مستمر دون الحاجة إلى تعديل مستمر لـpH.

٦ .آمن للاستخدام والتعامل:
يُمكن أن يُشكّل الكلور خطرًا على الصحة المهنية بسبب إطلاق أبخرة سامة،
بينما يُعدّ Bio-G-Active **آمنًا تمامًا** للتعامل ولا يُنتج أبخرة ضارة، مما يجعله خيارًا أكثر ملاءمة للعاملين في منشآت تصنيع الأغذية.

٧ .حماية للآلات المصنوعة من الفولاذ المقاوم للصدأ:
لا يُسبب Bio-G-Active التآكل، على عكس الكلور الذي يؤدي إلى تآكل مكوّنات الفولاذ المقاوم للصدأ مع مرور الوقت،
مما يتطلب صيانة مكلفة واستبدال مبكر للمعدات.
أما Bio-G-Active فيُحافظ على عمر المعدات ويُقلل من تكاليف التشغيل، مما يجعله **حلًا اقتصاديًا وتقنيًا متفوقًا**.

من خلال الجمع بين هذه العوامل، يبرز Bio-G-Active كخيار متكامل لتطهير لحوم الدواجن، حيث يُقدّم فوائد مهمة في مجال سلامة الأغذية، الجودة الحسية، الاستدامة البيئية، والكفاءة التشغيلية.

وتُبرز مشكلات الكلور – مثل **تراجع فعاليته في أجهزة التبريد بسبب تقلبات pH** و**تآكله للآلات** – الحاجة الملحّة إلى حلول أكثر أمانًا وفعالية مثل Bio-G-Active.

معلومات الاتصال
BGA Dictum GmbH
Mommsenstraße 7
10629 Berlin / Germany
+49 (0)30 8442891
post@bga-dictum.com
www.bga-dictum.com