

連載 Mhyo 概論

第7話 “Mhyoのコントロール”を 考えてみましょう！”

(株)エコアニマルヘルスジャパン
石垣 克至

1. はじめに

さて、7回目として「Mhyoの制御」という表題で、Mhyoをどう制御してい

くのか、その要因を復習します。“難しい”と言われる『清浄化』の前段階として、農場の状況をカテゴリー分類し、清浄化でなく Mhyo 陽性のままで、【何が
できるか】米国の取り組みについて勉強
していきます。

2. カテゴリー

AASV（米国養豚獣医師協会、JASV
の米国版）の委員会が発表した「繁殖豚
群のための Mhyo の状態分類基準の確
立」について説明します。

図1のように、Mhyo 対策を考えた場
合の「コントロール」と「清浄化」に大
きく分かれます。清浄化を推し進める上
で、その定義付けを明確にしたものです。
「清浄化」には、【清浄化プログラム】（次
回以降で説明）を実践し、最終的にはワ
クチンも不要とします。実践には陽性豚
を淘汰し、陰性更新豚を大量に用意し、

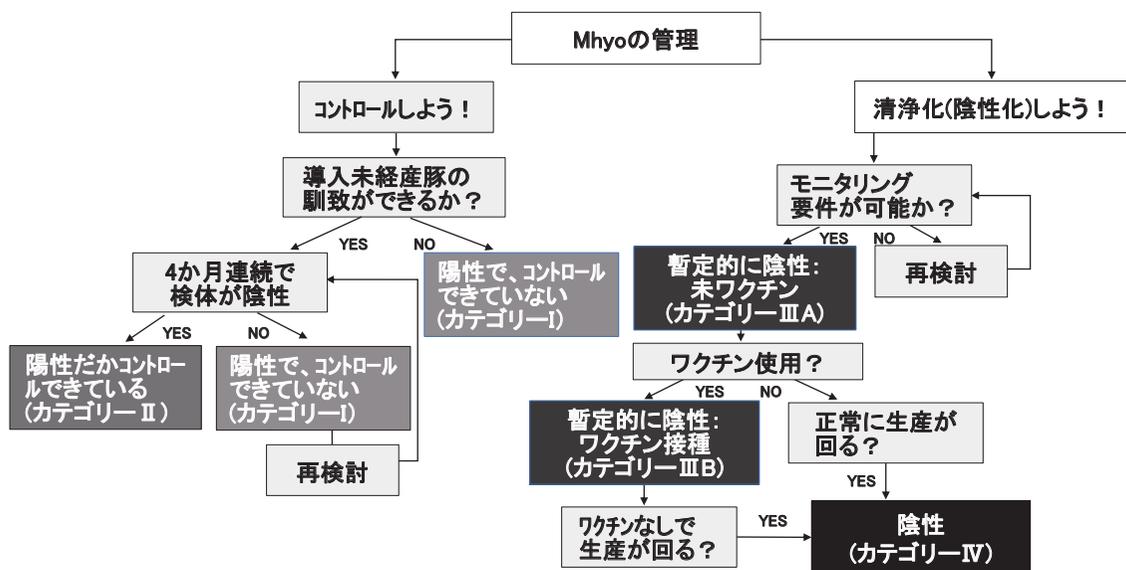


図1 Mhyoコントロールと繁殖豚群のカテゴリー分類の決定木

出典: AASVのDefinitions committee members:が作成したMhyo分類
(Establishing Mycoplasma hyopneumoniae herd status classification criteria for breeding herds
Figure 1. Decision tree for M. hyopneumoniae management and breeding heard status classificationより
<https://www.aasv.org/aasv%20website/Resources/Diseases/MhpBreedingHerdClassification.pdf>

農場閉鎖し、保有する豚群の陰性を検査確認し、新しい豚群でのピッグフローを開始するので多額の費用がかかります。それでも見合う生産性の改善から米国では清浄化が進んでいるわけですが、成功しないリスク条件がある場合はMhyoと付き合っていくしかありません。コントロールするという事は、母豚の排菌を抑え込む「馴致」が大きな要因になります。これは母豚がMhyoの主要な感染源であり、清浄化では肉豚子豚を陰性にするため、母豚群を完全にMhyo陰性にする必要があります。陰性確認にはモニタリング検査の実施が必須になってきます。

診断方法を明確にし、PCR検査でのMhyo抗原と抗体の結果により、農場を四つのカテゴリー分類の基準を示したのが表1です。

3. コントロール要因

前話までで触れたとおりMhyoの制御には、ワクチンの適用や抗生物質治療がまず取り上げられますが、異なる要因として、様々な生産方法が重要になっています。生産システム、更新動物の馴致、ピッグフロー、豚群の飼養管理、飼育環境は、Mhyo関連疾病の重症度を軽減する目的で、改善できる主要な要因です。要因の概要を表2に示し、説明してまいります。

3-1. 生産システム

豚の生産会社の規模が大きくなるにつれ、豚の生産システムは複雑になり、様々な種類のマルチサイト生産が採用さ

表1 Mhyo繁殖農場のカテゴリー分類基準表

農場カテゴリー	分類		カテゴリー条件の説明と診断の推奨事項
	呼吸器からMhyo検出	血清中抗体	
<カテゴリーI> Mhyo陽性 未コントロール	+	+	Mhyoは気管内の病変から検出。ほとんどの豚群は血清学的に陽性だが、直近に発生した農場は陰性である可能性がある。テストしていない豚群はカテゴリーI。
<カテゴリーII> Mhyo陽性 コントロール	- (初産豚)	+	導入する更新用母豚の早期暴露が達成されている未経産豚馴致プログラムを実施している豚群。IIに分類するには、初産母豚の気管スワブ30個の4カ月連続月次サンプルの陰性。
(<カテゴリーIII> 暫定陰性)	<カテゴリーIIIA> 未ワクチン	-	豚群全体の清浄化プログラムを実践した豚群。1). 陰性更新用未経産豚導入する前に、最後に曝露された集団の60気管スワブの2回連続したサンプルの陰性。2). 導入後、最低120日後に、陰性更新用未経産豚からの30血清サンプルまたは30気管スワブの、2カ月連続した月次サンプルの陰性。
	<カテゴリーIIIB> ワクチン接種	-	清浄化プログラムを実践し、IIIA基準を満たしているが、ワクチン接種を継続して使用している豚群、または在庫豚が陰性であるがワクチン接種を実施することを決定した豚群。
<カテゴリーIV> 陰性	-	-	清浄化努力をしている豚群カテゴリーIIIAは、繁殖豚群を完全にワクチンなしに転換してカテゴリーIVに分類されるべき。新しく確立された豚群および完全なデポビュレーションとリポビュレーションを実施した豚群は、カテゴリーIVと見なされる。陰性を維持するために、月に最低30の様々な産歴の母豚サンプルの陰性。

表2 Mhyo関連疾病へ影響する因子

要因	研究発表	
生産システム		
豚群サイズ	小規模 vs. 大規模 分娩舎の数/16部屋 vs. それ以下	Hurnik ら、1994 Nathues ら、2013
豚の導入元の数	1農場のみ	Hurnik ら、1994 Stark、2000
ピッグフローとバッチシステム	マルチサイト vs. 1サイト /2サイト 5週 vs. 4週バッチシステム 2週4週 vs. その他のバッチシステム 産歴別分離飼育	Sibila ら、2004 Vangroenweghe ら、2012 Nathues ら、2013 Moore、2005
更新動物		
未経産豚	低い更新率 Mhyo 養健康状態	Nathues ら、2013 Fano ら、2006
飼養管理		
離乳前	移行抗体 里子 離乳日齢 (早期離乳)	Bandrick ら、2008 van der Peet-Schwering ら、2008 Maes ら、2008、Pieters ら、2014
オールイン・オールアウト	オールイン・オールアウト	Scheidt ら、1995
飼育密度	自然換気条件下の密度	Pointon ら、1995
飼育率	飼育面積	Hyun ら、1995、Jang ら、2017
豚群サイズ	1頭当たりの飼育面積 離乳舎	Tielen ら、1978 Stark、1998
他の疾病の対策	寄生虫を含めた対応 飼料中のマイコトキシン	Maes ら、2008 Taranu ら、2005. Pieron ら、2016
温湿度環境と畜舎管理		
季節要因	季節要因	Stark ら、1992、Elbers ら、1992、Maes ら、 2001、Segales ら、 2012、Scollo ら、2017、 Vangroenweghe ら、 2015
温度条件	温度と湿度 温度 風速	Gordon ら、1963 Geers ら、1989 Scheepens ら、1996
空気汚染物質	汚染レベル	Donham ら、1991. Cargill ら、1998

出典：「Mycoplasmas in Swine」(2020)

れてきました。いくつかの要因は、依然 Mhyo 感染のリスクを高める可能性があります。

3-1-1. 豚群サイズ

豚群の大きさは歴史的に呼吸器疾患のリスクが高いことに関連しています (Aalund ら、1976)。屠場出荷時の呼吸器病変の頻度が高くなるリスクは、3年連続で生産された豚の数によって、徐々に増加しました (表 3)。

表 3 養豚場の飼育頭数と呼吸器病のリスク (Aalundra ら、1976)

飼育頭数	< 500	500 - 800	800 - 1,200
調整オッズ比 (OR)	1.0	10.5	13.5

Odds Ratio: ある介入に効果はあるかどうかをみる場合によく使われる指数。

他の研究調査でも、大規模農場が Mhyo 感染による流行性肺炎 (EP) に苦しみリスクが高い傾向があるという証拠が示されています。ドイツで実施された研究 (Natlmes ら、2013) は、一つの区画の分娩ペンの数が 16 を超えると、離乳年齢で子豚が Mhyo に感染するリスクが大幅に増加することを示唆しました (OR3.3=3.3 倍)。大規模な豚群は、さまざまな供給元の場合、病気の制御をより困難にすると推測できます。

3-1-2. 子豚の供給元

生産システムに関係なく、異なる供給元の豚の混合を避けるように努めるべきです。異なる起源の豚を混合すると、異なる病気を保有することから、未感染の豚の臨床症状が悪化します (Stark、2000)。一つの供給元の養豚場と比較して、屠殺時に 10% を超える Mhyo による流行性肺炎 (EP) 病変の有病率が 2.38 倍高くなりました (Hurnik ら、1994)。子豚を購入する場合は、単一供給元から

の購入が推奨されます。

3-1-3. ピッグフローとバッチ

マルチサイトは、病原体の感染リスクを減らし、効率的な成長を促進するために、感染源の母豚から分離できる早期離乳の原則を利用します (Harris、2000)。3 サイトシステムで飼育された豚は、1 サイトまたは 2 サイトで飼育された豚よりも、哺乳段階で Mhyo 感染する可能性が低いことが確認されています (Sibila ら、2004a)。

異なるバッチからの豚は、異なる部屋に収容された場合、直接接触することはなく、子豚の AIAO 管理につながります (新型コロナ対策の「バブル方式」ですね)。

3-1-4. 初産と 2 産以降の母豚

若い産歴の母豚は、中間および古い産歴母豚よりも、離乳子豚における Mhyo の有病率が高く、若い産歴母豚からの垂直感染のリスクが高いことが示されています (Fano ら、2006)。産歴別の分離管理は、潜在的な疾病管理戦略として取り上げられています。産歴別の分離とは、未経産豚と初産の母豚 (P1) を 2 産以上の母豚 (P2+) から物理的に分離配置することです。1 産の子豚を他のすべての産歴の母豚 (P2+) から完全な分離を達成することです (図 2)。

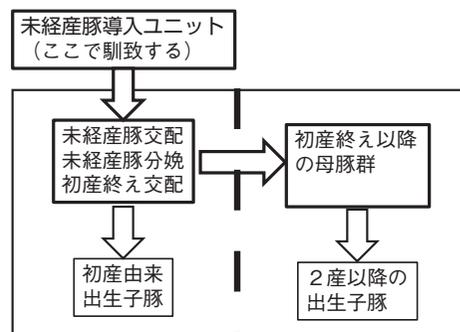


図2 産歴別の母豚群の分離 (未経産豚と初産の部豚を分離する。)

生産を二つの異なるフローに分割することにより、Mhyo 感染豚を減らし、生産性が向上します。Mhyo ワクチンを使用せずとも、屠殺時に P2 + 由来子豚の EP 肺病変が 3 分の 1 に減少したことが示されました (Moore, 2005)。

3-2. 更新豚：未經産導入豚の馴致

どのような感染 / 免疫状態の未經産豚を導入するかは、Mhyo 陽性農場の安定化に重要な役割を果たします (Pieters と Farro, 2016)。Mhyo 陰性農場から導入する更新用母豚の割合の増加は、不安定をもたらす可能性があり、ワクチン接種後であっても、EP 発症をもたらす可能性があります (Fano ら, 2006)。ドイツで実施された大規模野外調査で、1 年間に購入された母豚の総数が 120 を超えると、豚群が Mhyo 感染を経験するリスクが高まり (OR 5.8) ました (Nathues ら, 2013)。

Mhyo 陽性豚群を長期的に管理するには、Mhyo 感染子豚の割合を低くするために、免疫の安定化 (分娩時まで Mhyo の排菌レベルを低下) させる更新動物の確実な馴致方法が必要です。 (Pieters と Fano, 2016)。Mhyo の持続感染期間に基づいて、母豚が排菌を停止できるようになると推定される時間は、Mhyo 暴露から 240 日であることが示唆されています (Pieters ら, 2009)。

馴致については、具体的な方法が AASV で発表されております。紙面の関係上、次回以降に掲載いたします。

3-3. 飼養管理

3-3-1. 離乳前の管理

母豚の生産性はここ 1981 年から 2017 年までに劇的に増加しました。1 腹当たりの生存産子数は 30% 以上向上してい

ます (Babot ら, 2017)。現在、平均出生数が 16 を超える豚群は珍しくありません。同腹子豚数が多い場合の最初の課題は、すべての子豚が適切な量の初乳を確実に授乳できないことです。

初乳摂取は、大きな同腹子豚数は低出生体重と関連しており (Boyd, 2012)、出生体重の低い子豚は初乳摂取量の低下と関連しています (Devillers ら, 2007)。十分な初乳摂取は、低出生体重の子豚にとって特に重要です。低出生体重の子豚を助けるための方法の一つは、出生直後に子豚を【里子】に出すことです。里子のタイミングが遅いと、免疫の発達を妨げる可能性があります。自分の母動物の初乳を十分に摂取すると、子豚は免疫グロブリンのみならず、機能的な抗原特異的 T 細胞も吸収できます。これは、Mhyo に対する新生子豚の免疫応答に参与することが示されています (Bandrick ら, 2008)。

一方、多くの農場で里子は、分娩直後だけでなく、泌乳期間全体にわたって行われます。子豚が Mhyo 排菌母豚から授乳すると、離乳前里子した子豚が Mhyo 感染し、感染子豚から他の同腹の子豚に感染するリスクが高まります。離乳時に Mhyo 感染子豚の割合と、屠場出荷時の Mhyo による肺病変の重症度との間に正の相関関係があることが示唆されています (Fano ら, 2007)。したがって、EP (流行性肺炎) を制御するには、里子を減らすことを検討する必要があります。オランダで実施された実験 (van der Peet-Schwering ら, 2008) では、生後 3 日以内、二つの同腹子豚の間 (元の同腹子構成を維持) でのみ豚の里子が可能であり、屠場での肺炎陽性豚は、豚を無作為に混合した対照群と比較して 40% 以上減少しました。

授乳中に Mhyo が子豚に Mhyo 感染する確率は、20 日齢後に非常に急速に増加し (Pieters ら、2014)、短い授乳期間 (特に 3 週齢未満) が離乳時の子豚の Mhyo 感染を減らすのに役立つことを示唆しています。ただし、EU 法などの規制により早期離乳が禁止されているため、このような早期離乳の適用ができない地域もあります (Maes ら、2008)。

3-3-2. オールイン・オールアウト (AIAO)

飼養管理の各要因は、バイオセキュリティに大きな役割を果たします。農場内での Mhyo 感染を減らすのに役立つこれらすべての慣行は、Mhyo コントロールの手段と見なされるべきです。最も重要なのは AIAO です。連続フローシステムと比較すると、豚が従来 Mhyo および P.multocida 陽性であった農場に、AIAO を実装することによって大きな利点が得られました (Scheidt ら、1995; 図 3)。

屠場出荷時の肺病変の重症度は 15% から 3% に減少し、肺病変有病率は 95%

から 41% に減少し、AIAO では発咳も認められませんでした。生産パラメーターは、連続フローと比較して、AIAO で改善されました。したがって、AIAO を可能にする施設の変更、または新しい施設の建設は、Mhyo のコントロールを含め、呼吸器疾患の経済的被害を減らすための絶対的な管理ツールです。

3-3-3. 在庫の飼育密度

1 立方メートル当たりの豚の飼育密度は、動物の健康状態および空気汚染物質と高い相関関係があります (Donham、1991)。飼育密度を下げることは、生産コストに重要な影響を与える可能性があります。このため、飼育密度は「健康に最適なもの」と「利潤/生産性」との間の妥協点です。自然換気された畜舎では、Mhyo 陽性群における EP の影響を減らすために、豚 1 頭当たり 3m³ を超える広さ (約 100 kg で販売されている場合) または 1m³ 当たり体重換算 33.3 kg 以下が推奨されています (Pointon ら、1995)。適切な畜舎のサイズを維持し、自然換気された畜舎に収容される豚の数

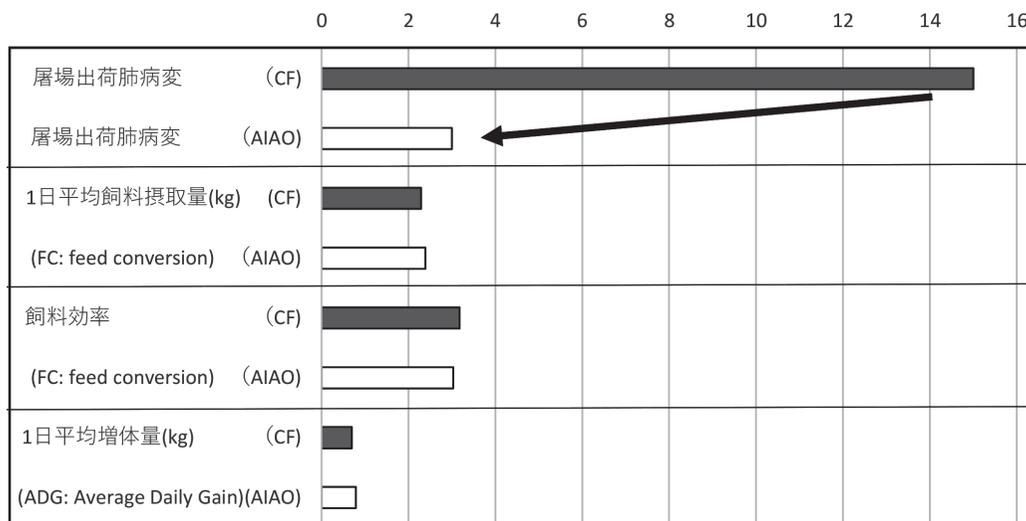


図3 連続飼育 (CF) とオールイン・オールアウト (AIAO) の生産成績への影響

を制限することで、空気の質が改善され、呼吸器疾患の影響が軽減されるだけでなく、従業員の労働衛生上のリスクも軽減されます (Murphy ら、2000)。

3-3-4. 在庫の比率

1㎡当たりの豚の数 (飼育率) の増加は、肺炎重症度の増加と直接関係していませんが、混雑と混合は【ストレス要因】と見なされ、相加的に成長を抑制し、通常の摂食行動を変化させます (Hyun ら、1998)。

ストレッサーの種類が0から3に増えると、横臥活動が増加し、立位活動が減少します。これは、ストレス下の豚が身体活動を減らし、立っている時間が少なくなり、横になる時間が長くなることを示しています (Hyun ら、2005)。ストレスの多い状況では、免疫系の正常な機能が低下する可能性があり、その結果、病気の有病率が増加し、その結果、生産コストが増加し、生産性が低下する可能性があります (Martinez-Miro ら、2016)。

3-3-5. 豚群のサイズ

豚が同じ豚房に300頭以上収容された場合、仕上げ期間中、床が完全にスラットされた場合、または豚舎に4列以上のペンがあった場合に、肺病変が増加することが示唆されました (Tielen ら、1978)。離乳舎の床が完全にスラットであり、他の日齢の豚と空間を共有し、汚れた環境である、ペン当たり15頭以上の場合が、屠場出荷時のEP肺病変の危険因子であることが確認されました (Stark ら、1998)。豚群のサイズが大きくなると、Mhyo 排菌キャリア豚と接触する可能性が高くなるからです。

3-3-6. 他の病気の管理

複数の呼吸器病原体が呼吸器疾患に関与する可能性があり、複数の相互作用の十分な機会を提供します。ウイルス、細菌、寄生虫などの相互作用は、PRDC発症をもたらします (Brockmeier ら、2002)。したがって、投薬、ワクチン接種および適切な管理によって農場に存在する他の病原体を制御することは、MhyoによるEP重症度を軽減するのに役立ちます (Maes ら、2008)。

マイコトキシンは、多くの穀物で一般的に検出される真菌の二次代謝産物です。様々な毒性作用がありますが、免疫系を標的にする可能性もあります。マイコトキシンで汚染された飼料を摂取した結果は、感染症への感受性の増加、慢性感染の再活性化、およびワクチン有効性の低下です (Pierron ら、2016)。

3-4. 環境と畜舎のコンディション

3-4-1. 季節要因

EPの発生率は、他の時期と比較して、寒い季節に発生することが検出されました (Stark ら、1992)。多くの場合、豚の建物の構造特性は必ずしも理想的で万全とは言えないため、屋外の気候条件が屋内の気候条件に重要な影響を与える可能性があります。豚舎の条件が悪い際、気候ストレスにさらされ、悪影響を及ぼします (Scheepens、1996)。

3-4-2. 温度等環境要因 (温度、湿度、風速)

不適切な気温とドラフトすきま風は、気候ストレスの重要な原因です。すきま風に断続的にさらされると、くしゃみと咳が増加します (Scheepens、1996)。豚が経験する温冷感、周囲の気温だけでなく、相対湿度や対気速度などの他の

要因にも依存します。肺炎の発生率における温度と湿度の影響に関する調査では、高温多湿の環境では発生率が低く、病変の重症度が低いことが示されました (Gordon1963)。

3-4-3. 空気の汚染

空気交換が減少した場合に、豚が呼吸する空気の質を悪化させる可能性があります。デンマークの仕上げ肥育農場での測定では、いくつかの重要な大気汚染物質が高レベルで発生しました。

いくつかの大気汚染物質 (例えば、粉塵、アンモニア二酸化炭素、および微生物) は、屠場で検出された肺炎および胸膜炎と相関していることが観察されています (Donham, 1991)。空気中の汚染が農場環境よりも低い、隔離された別施設で飼育された同じ農場の豚は、Mhyo感染を示す肉眼で見える病変がありませんでした (Jolie ら、1999)。

大気汚染物質の中で、アンモニアは閉鎖された豚舎で最も高い濃度で検出される大気汚染物質です。50 ppm 以上に暴露された若齢豚は、気道に炎症性変化を起し、肺の細菌クリアランスを減少させます (Drummond ら、1978)。

Mhyo 感染と二酸化炭素濃度との間に直接的な相関関係は観察されていませんが、二酸化炭素は他の大気汚染物質の良い指標です (Donham, 1991)。大気汚染物質の最大安全濃度は、豚の健康または人間の健康問題に対する用量反応相関に基づき設定されました (表 4)。

表 4 豚舎での最大許容濃度 (Donham, 1991)

汚染物質	数値
ホコリ (mg/m ³)	2.4
アンモニア濃度 (ppm)	7
エンドトキシン (mg/m ³)	0.08
浮遊細菌数 (cfu/m ³)	105
CO ₂ 濃度 (ppm)	1,540

畜舎の状態は、特に自然換気された建物で、豚が呼吸する空気の質に影響を与えます。このような場合、Mhyo によって引き起こされる肺炎を改善するには、適切な飼育密度が不可欠です。ただし、機械的換気が行われている場合、飼育密度はそれほど重要ではありません。機械的換気システムは、望ましい条件 (温度、湿度および換気) を達成し、汚染物質のレベルを推奨制限内に維持するような方法で新鮮な空気を確保することが肝心です。

3-4-4. 空気の質を改善

床が汚れている豚舎では、換気率だけで標準以下の衛生状態を補うことはできません (Banhazi ら、2004)。良好なダンギング (糞出し) パターンが維持されれば、高水準の空気衛生も維持されます。飼育密度を減らし、ドラフトの設置および床のメンテナンスを増やすことで、ダンギングパターンを簡単に変更できます (Cargill ら、2002)。AIAO の場合、ペンが完全に乾くのを待つことで、AI 後 8 週間まで良い影響を与えました (Murphy, 2011)。肥料またはスラリー処理システムを適切に管理すると、空気中のアンモニア濃度が低下します。

以上、今回は清浄化に踏み切れないケースでの【Mhyo コントロール】についてご理解して頂けたでしょうか？ ワクチンや抗生物質の投与を除くと、生産システム・更新動物の馴致、飼養管理 (AIAO) および空調管理の要因がありました。

皆様のご参考になれば幸いです。