

שאלות ותשובות על חמרים אנטיביוטיים

א. מהם החמרים האנטיביוטיים ?

ב. כיצד הם פועלים ?

ג. מה התועלת שיכול האיכר להפיק מהם ?

החמרים האנטיביוטיים נעשו מושג מוכר לאיכרים. האיכר משתמש בחמרים אלה כתרופות עבור בהמותיו החולות; הוא מוסיף אותם למסר פוא כדי לעודד ולזרז את גדילת החיות; הוא אף מתחיל להשתמש בהם כחמרי הדברה נגד מחלות צמחים. עם כל זאת, למרות שהוא נעשה רגיל בהם, ולמרות שהוא מוסיפם למספוא הבהמות מתוך כוונות ברורות ומסוימות, זעומות ומעורר פלות ביותר ידיעותיו בכל הקשור לעצם מהותם של חמרים אלה, כיצד הם פועלים ולאילו פעולה אפשר בדיוק לצפות מהם.

ואין להאשים את האיכר על בורותו בשטח זה. אף אנשי המדע, הרופאים ורופאי הבהמות, המומחים לתזונה וכל שאר בעלי המקצוע אשר החמרים האנטיביוטיים הפכו לאחד ממכשיריהם החשובים ביותר, אף אלה אינם יכולים לענות בבירור ובביטחה על רבות מן השאלות.

אנו מגישים את התשובות דלהלן מתוך מטרה להקנות לאיכר כמה ידיעות יסוד בשטח זה ועל מנת שישתמש בחמרים אלה בתבונה ולא יפול קרבן לרונלים רמאים המפיצים תרופות פלא שונות.

שאלה. מהם החמרים האנטיביוטיים ?

תשובה. אם להגדיר את הדברים כהוייתם הרי כל כלי יריה, קלע, סכין, חמרי הרעל למיניהם והמון עצמים מסוכנים אחרים עשויים להי" מנות על החמרים האנטיביוטיים, וזה — משום שהמונח „אנטיביוטיקה" מצטרף משתי מלים שפירושן הוא: „אנטי" — נגד ו„ביוס" — חיים. עלינו להבין, איפוא, שכל חומר או כל עצם שהוא „נגד החיים" חשוב כאנטיביוטיקה. אולם במובן הצר יותר, ולפי המקובל בשיגורשיח העממי, הרי האנטיביוטיקה הם חמרים כימיים, מיוצרים על ידי מיקרואורגניזמים, הבולמים את גדילתם או רבייתם של מיקרואורגניזמים אחרים, או אף משמידים אותם.

ש. מהם סוגי המיקרואורגניזמים המייצרים את החמרים האנטיביוטיים ?

ת. מספר רב של סוגי אורגניזמים יוצר אותם. בממלכת המיקרואורגניזמים הסמויה מעיינינו והשורצת ריבוא רבבות יצורים, משתוללת ללא הפסק מלחמת קיום מרה, תוך כדי התחרות פראית ורציפה על מקורות מזון. ללא הפסק קוראים הם למלחמה איש על רעהו והחמרים האנטיביוטיים הם נשקם. מבחינה מעשית מצאו אנשי המדע כי היצרנים היעילים ביותר של החמרים האנטיביוטיים הם פטריות העובש למיניהן, שמרים, חיידקים (בקטריות) והאקטינומיציטים, שהם חיידקי עובש מסוימים.

ש. היכן מצויים אורגניזמים יוצרי האנטיביוטיקה ?

ת. הם מצויים בכל מקום; באויר, בקרקע ובמים. תפוצתם הנרחבת שימשה יסוד לתרופות עממיות עתיקות יומין, כגון קורי עכביש לריפוי פצעים פתוחים, או רטיות לחם לריפוי כוויות. לעיתים קרובות ביותר נוצר החומר האנטיביוטי שהיה דרוש לריפוי על ידי מיקרואורגניזמים שחיו בלחם או בקורי העכביש.

ש. האם יוצא, איפוא, כי החמרים האנטיביוטיים פועלים ככל חומר מחטא אחר, כגון יוד, אשר מחטא את הפצע וקוטל את החיידקים שבסביבתו ?

ת. לאו. פעולת החמרים האנטיביוטיים שונה במקצת מזו של חמרי החיטוי. באופן כללי ניתן לומר כי אין הם קוטלים את החיידקים אלא מונעים את גדילתם. החוקרים תרים במעבדה תמיד אחרי מה שקרוי „טבעות עכבה", המהוות אות וסימן שהאורגניזם אשר הוכנס תחילה לצלולר חית התרבות תקף אורגניזם אחר שהוכנס לאותה הצלוחית לאחר מכן. „טבעות העכבה" הינן מעין „שטח הפקר" שבו אין כל אורגניזם מים חיים, אולם בחלקים אחרים של הצלוחית יכולים לרחוש מיליוני יצורים, דבר שהיה בלתי אפשרי לו היה המדובר בחומרי חיטוי. נכון אמנם שחלק מן החמרים האנטיביוטיים קוטל את החיידקים. אלה קרויים „בקטריוציידים". הפניצילין,

מכניסים אותם לגיגיות ענקיות מלאות חמרי מזון, ממש כשם שמכניסים אותם לצלוחיות עם חומר מזון במעבדה. לאחר שהמיקרואורגאניזמים סיימו את גדילתם, סוחטים מן התרבית כולה את המיץ וממיץ זה ממצים את החומר האנטיביוטי. ש. אולי תוכל לתאר לנו בקצרה את הרקע לגילוי החמרים האנטיביוטיים?

ת. למעשה ניצל האדם את החמרים האלה מקדמת דנא. הקדמונים אשר התמחו בייצור בירה ויצרני היין בימי הביניים השתמשו בשמרים אשר יצרו חמרים אנטיביוטיים תוך כדי תהליך התסיסה. אולם אלה לא ידעו מהו הדבר שבידיהם. בדיוק לפני 100 שנה, בשנת 1857, גילה פסטר, שנעזר במיקרוסקופ ובמבחנה, את סיבת התסיסה וקבע כי היא נגרמת על ידי תאים חיים. מכאן הסיק כי ניתן לרפא מחלות על ידי שמפיעלים חיידקים שונים זה כנגד זה. כבר בשנת 1901 בודד החומר האנטיביוטי הראשון בעולם, הפיוציאנאז. אולם תהליכי הייצור היו כה בלתי משוכללים עד כי אי אפשר היה להגיע למידה נאותה של ביקורת על היווצרותו של החומר; כתוצאה מכך נמצא שהחומר היה ארסי ובלתי יציב ביותר.

בתולדות החמרים האנטיביוטיים דומה שנת 1928 לשנת 1492 * בתולדות אמריקה. אותה שנה נתקל איש המדע האנגלי, אלכסנדר פלמינג, בדרך מקרית לגמרי בפטריית העובש, פניציליום נוטאטום. נבגיה של פטריה זו נישאו ברוח וחדרו דרך מקרה לצלוחית בה ניסה פלמינג לגדל מין מסוים של חיידקים; מיד עם חדירתה של הפטריה אל תוך הצלוחית החלה היא לעכב את התפתחותם של החיידקים. מפטריה זו בידד פלמינג, בסבלנות רבה, בפעם הראשונה את החומר הקרוי פניצילין.

אחת עשרה שנים לאחר מכן, ערב מלחמת העולם השנייה, עדיין עמלו קשות פלורי וכן, שני בקטרילוגים אנגליים אחרים, לבודד חלק אחד של פניצילין מתוך מיליון חלקי מרק-תסיסה. למעשה היתה עבודה זו מפרכת יותר מאשר הפקת זהב ממי הים. אולם הם הצליחו להוכיח

שהינו הידוע ביותר מבין כל מיני החמרים האנטיביוטיים, הוא בקטריצידי לגבי סוגי חיידקים מסוימים. אולם בדרך כלל מרבית החמרים האנטיביוטיים הינם, בריכוזים המקובלים, בקטריסטאטיים בלבד, לאמור – השפעתם מתבטאת בדיכוי גדילתם של החיידקים ושליטת תוקפנותם.

כיצד פועלים החמרים האנטיביוטיים

ש. כיצד ממלאים החמרים האנטיביוטיים את תפקידם?

ת. לו יכולנו להשיב על שאלה זו היינו קונים לעצמנו מקום בין אנשי השם שמכל הדורות שזכרם אינו פג לעולם. אולם קיימות בשטח זה מספר תיאוריות מענינות. אסכולה אחת גורסת כי החמרים האנטיביוטיים מונעים את קליטת החמצן על ידי החיידקים ועל ידי כך מעכבים את התרבותם. דעה אחרת מובעת כי חמרים אלה מרעיבים את החיידקים על ידי שהם שוללים מהם את אספקת מזונם. נוסף לכך ישנם חמרים אנטיביוטיים מסוימים, כגון פניצילין, המסוגלים כנראה למוסס את גופם של חיידקים מסוגים מסוימים.

ש. שמענו רבות על תכשירי הסולפא. מה הקשר שביניהם לבין החמרים האנטיביוטיים? ת. בצורה כללית ביותר אפשר לומר כי גם תכשירי הסולפא הנם חמרים אנטיביוטיים, כיוון שגם הם תוקפים חיידקים גורמי מחלות. אולם במובן הצר של המלה אין הם משתייכים אל סוג החמרים, בו אנו דנים כאן. החמרים האנטיביוטיים האמיתיים הנם חמרים אורגאניים הנזרים על ידי מיקרואורגאניסמים. תכשירי הסולפא פא הינם חמרים אנטיביוטיים, אם יש ברצונכם לכוונתם כך, סינתטיים, הנוצרים על ידי בן האדם במעבדה מחמרים כימיים אורגאניים אחרים.

ש. האם אין זה נכון כי גם את החמרים האנטיביוטיים מייצרים כיום בקנה מידה מסחרי בבתי חרושת לתרופות?

ת. נכון. אולם תהליך הייצור הינו יותר ביאור כימי מאשר כימי טהור. זהו למעשה ניצול מזורז של התהליך הטבעי המתרחש במעבדה. את האורגאניסמים, יוצרי החמרים האנטיביוטיים, מתחיי לים לגדל ב"מיכלי הנבטה" מיוחדים ואחר כך

* שנת גילוי אמריקה.

סיטת רוטג'רס, את הסטרפטומיצין מאקטינומיצט מסוים שהוא מצא בקרקע ובגרגרת של תרנגולות. הסטרפטומיצין הוכר כנשק רב עצמה נגד מינים רבים של חיידקים גראם-שליליים ואף נגד חיידקי השחפת. האורומיצין, אשר שמו בא לו מצבעו הזהוב, נתגלה בשנת 1948 על ידי ד"ר דגר וד"ר הסלטיין במעבדות לדרלה. בשנת 1949 גילו חוקרים את הטראמיצין (הטראמיצין הינו שם מסחרי של החומר האנטיביוטי אוקסיטטראציק-לין), שהינו מוצר של פטריות העובש, "סטרפטור-מיצס רימוזוס" והפועל נגד גורמיהן של 100 מחלות בערך, ביניהם גראם-חיוביים וגראם-שליליים כאחד, כגון חיידקי הטיפוס, קדחת ה"רוקי מאונטיין" ואף נגד מיקרואורגניסמים הדומים לנגיפים גדולים, כגון אלה הגורמים לקדחת התוכי ודלקת ריאות ראשונית בלתי טיפוסית.

ויד החוקרים עדיין נטויה. עד כה נתגלו מאות חמרים אנטיביוטיים, אולם רק מעטים הוכחו כבעלי ערך ברפואה או בחקלאות. כל האחרים הינם מחוסרי כל ערך, אם מחמת היותם ארסיים, או בלתי יציבים, או שייצורם קשה ומסוכן.

ש. מהם החמרים האנטיביוטיים העיקריים שמנוצלים ברפואה ובחקלאות?

ת. אורומיצין, באציטראצין, כלורומיצטין, ניראומיצין, פניצילין, פולימיכסין, סטרפטומיצין, טראמיצין, טטראציקלין וטירותריצין.

ש. האם מידת פעילותם של כל החמרים הללו שווה?

ת. לא. כל אחד מן החמרים הללו הינו בעל השפעה מיוחדת (ספציפית) לגבי מחלה או קבוצת מחלות מסוימת, למרות שישנה חפיפה מסוימת בין תחומי ההשפעה של החמרים השונים. אף לא אחד מהם הינו בעל השפעה כללית. ברשימה מיוחדת צוינו המחלות נגדן פעילים החמרים האנטיביוטיים השונים. כך, למשל, הבא-ציטראצין והפניצילין פעילים בעיקר נגד חיידקי קים גראם-חיוביים ותחום פעילותם צר למדי. אורומיצין, טראמיצין, טטראציקלין וכלורומיצטין נמנים על אלה שנחשבים לבעלי תחום פעילות נרחב. הם פועלים הן נגד חיידקים גראם-חיוביים והן נגד אלה הגראם-שליליים ונודעת להם השפעה אף על גורמי המחלות, הדומים לנגיפים

כי הפניצילין הינו אמצעי רב עצמה במלחמתו של האדם במחלות. פרוץ מלחמת העולם דירבן אותם למצוא שיטות יעילות יותר להפקת החומר והם אף העבירו את פעילותם לארצות הברית.

בארצות הברית הם המשיכו בעבודתם במעבדות מחקר של משרד החקלאות האמריקאי בפארייה. באותה מעבדה גילה אחד העובדים על גבי אבטיח צהוב את הפטריה "פניציליום בריזוגנום", המסוגלת ליצור פניצילין בכמויות העולות פי 200 על אלו שמוצרות על ידי פניציליום נוטאטום של פלמינג. זו היתה לידתה של תעשיית החמרים האנטיביוטיים.



אורגניסמים יוצרי האנטיביוטיקה

עם כל יעילותו של הפניצילין בקטילת חיידקים, מצטמצמת השפעתו לחיידקים גראם-חיוביים (חיידקים היכולים להיצבע בשיטה אשר פותחה על ידי כריסטיאן גראם) והיא ספציפית לגבי חיידקים גורמי 25 מחלות בלבד. החיפוש אחר חמרים אנטיביוטיים אחרים נמשך, ואף גבר. אותה שגה, בה הוכיחו פלורי וחן את חשיבורו של הפניצילין ברפואת האדם, גילה ד"ר רנה דיבו את החומר האנטיביוטי טירותריצין. אולם חומר זה נמצא כה ארסי עד כי אפשר היה להשתמש בו רק לטיפול בפצעים וחבורות חיצוניים.

בשנת 1944 בידד ד"ר זלמן ווקסמן, מאוניברסיטת

ש. רופאי הבהמות מדברים על מינון לגבי בהמה זו או אחרת בכך וכך יחידות של חומר אנטיביוטי. מהן יחידות אלו?

ת. במרבית המקרים קיים יחס ישר בין משקל החומר ויחידת פעילותו, והיחידה הינה בדרך כלל מיקרוגרם אחד (חלק המיליון של גרם) של החומר. אין הדבר כך לגבי פניצילין, באצטרא-צין ופולימיכסין; בחמרים אלה מהווה היחידה קנה מידה לכושרם של חמרים אלה לעכב את התפתחותו של מספר מיקרואורגניזמים מסוים. ש. האם ישנן מחלות בעלי חיים שאינן ניתנות להדברה על ידי חמרים אנטיביוטיים?

ת. וודאי, אין חומר אנטיביוטי יעיל להדברת חולירע החזירים, כלבלבת, כלבת, מחלת הפה והטלפיים, מחלת הניוקסל ואחרות. מחלות אלו נגרמות על ידי נגיפים ועירים שנגדם אין חמרים האנטיביוטיים פעילים. פעולות חיסון, בידוד ושמירה על הנקיון הינם לעת עתה אמצעי ההדברה היחידים לגבי מחלות אלו.

חומר פעילות לגבי נגיפים קטנים

ש. מדוע אין החמרים האנטיביוטיים יעילים בהדברת מחלות הנגרמות על ידי נגיפים קטנים?

ת. זוהי שוב אחת הבעיות המככות לפתרונן. אחת התיאוריות המקובלות היא שהנגיפים קטנים משתלבים בצורה כה הדוקה בחיי התא אליו הם נטפלים עד כי אי אפשר להזיק להם מבלי להזיק גם לתא המאכסנם.

ש. האם קיימים אילו שהם כללים פשוטים לפיהם אפשר לקבוע באיזה חומר אנטיביוטי יש להשתמש בכל מקרה ומקרה?

ת. לגבי ההדיוט התשובה היא לא. למה הדבר דומה? לאדם חולה הקובע לעצמו את תרופותיו. ראשית, ללא אימון מספיק יהא זה מסוכן לאבחון מצב חולני כל שהוא של בעל חי. שנית, אף אם האבחנה נכונה היא הרי רק אותו אדם המסוגל לקרוא ולהעריך נכונה דוחים חדישים ביותר בשדה הרפואה וההזנה יכול לקבוע מהי התרופה שיש להשתמש בה ובאלו מנות יש להגיש.

עם זאת, אין להכיר מתוך כך שהאיכר אינו מסוגל כלל לברור עבורו בהמותיו את התרופה או את החומר לזירוז הגדילה. בשוק מצוי מספר רב

גדולים. דבר זה אין פירושו שבמקרה מסוים כל שהוא עולה יעילותם של אלה בעלי התחום הרחב על זו של בעלי התחום הצר יותר.

בדרך כלל כל הבעיה, הקשורה בפעולתם ה"ברירית" של חמרים אנטיביוטיים מסוימים ויעילותם היחסית של חמרים בעלי תחום פעולה נרחב או צר, עדיין מוטלת בספק רב. יתר על כן קיימים חילוקי דעות ניכרים בין אנשי המדע בדבר השפעותיהם של סוגי החיידקים השונים שבגופם של בעלי חיים. כך, למשל, קובע ביאולוג מפורסם אחד, בדונו במחלת הנשימה הכרונית שבעופות: "לשם הדברת מחלת הנשימה הכרונית בעופות עליך להרחיק את גורם ההכבדה, אשרי-כזית המעי הגס, ממערכת העיכול של העוף". מאידך, קובע איש מדע אחר, פחות מפורסם מזה הראשון, כי אשריכיה זו אינה מסוכנת כל עוד מצטמצמת תפוצתה למערכת העיכול של העוף. אם מדברים חיידק זה ומרחיקים אותו מן המעיים עלולים לתפוס את מקומו מיני שמרים, פטריות עובש ופטריות אחרות ממינים מסוכנים.

ש. האם מאוחדים אנשי המדע בדעתם בכל הקשור לשיטות הטיפול, לשימושים ומידת היעיר לות של החמרים האנטיביוטיים השונים?

ת. עד לנקודה מסוימת אין מחלוקת; אולם קיימת מחלוקת רצינית כאשר המדובר הוא במקרים מסוימים. יקרה, למשל, שקבוצת מומחים אחת סבורה כי חומר פלוני יעיל למטרות הדברת האקטינומיקוסים (פטרית קרנית). אחרים גורסים כי השפעת חומר זה במקרה של האקטינומיקוסים מתגלית רק בהינתנו במנות קרובות ביותר לסף הארסיות. המחקר בשטח זה הינו כה נמרץ וגדל ממדים עד כי מדי פעם בפעם מתגלים חמרים חדשים ושימושים חדשים לחמרים הידועים מכבר. מובן שבשדה מחקר המתפתח במהירות כה רבה ירבו חילוקי הדעות.

ש. במספר מדעות נתקלתי בביטוי "חמרים אנטיביוטיים מטיפוס הטראציקלין", מה פירוש הדבר?

ת. החמרים האנטיביוטיים מטיפוס הטראציקלין הם האורומיצין, הטראמיצין, והטראציקלין. אלה הם חמרים אנטיביוטיים בעלי תחום פעולה רחב.

שהם מונעים התרבותם של חיידקים גורמי מחלות בגוף החיה. רופא הבהמות מכנה זאת בשם „הדבר־רת נגעים תת־קליניים“. חיידקים גורמי מחלות אורבים לטרפם בגופה של כל חיה וחיה. כל עוד נמצאת החיה במצב גופני טוב יכולה היא להיאבק בחיידקים בהצלחה; אך במקרה שתקפה את החיה עייפות, או שהיא נמצאת בתנאי לחות, אי נקיון ומצבים קשים אחרים, מיד מתגברים החיידקים וסופה של החיה להיות מוכרעת ולחלות. אלה המחזיקים בתיאוריה זו גורסים כי בגלל כך שהחמרים האנטיביוטיים מעכבים את התפתחותם של החיידקים ומחלישים אותם יכולה הבהמה, המקבלת חומרים אלה במזונה, להשתמש בחלק גדול יותר ממנת המזון לצרכי גדילה. אותה אנרגיה שבוזבה קודם לכן לצרכי התגוננות בפני החיידקים מנוצלת עתה לשם גדילה.

עובדה אחת המחזקת תיאוריה זו היא שבתנאי מעבדה, בתנאים של עיקור (סטריליזציה) מוחלט, אינה ניכרת כלל השפעתם של החמרים האנטיביוטיים לזירוז הגדילה ולהגדלת יעילותו של המספוא. אולם בתנאי משק רגילים יכולים החמרים האנטיביוטיים להגדיל את תוספת המשקל של בעלי חיים לשיעור של 15 אחוז ולהגדיל את יעילות המספוא עד כדי 20 אחוז.

תיאוריה אחרת היא שבמערכת העיכול של בעלי החיים מצוי מספר רב של חיידקים המנצלים כמויות ניכרות מן הוויטאמינים שבעלי החיים עצמם זקוקים להם; החמרים האנטיביוטיים מעכבים התפתחותם של חיידקים אלה והחיה עצמה משגשגת על הוויטאמינים אשר היו נשללים ממנה קודם לכן. נוסף לכך היו שהביעו את ההשערה שהחמרים האנטיביוטיים מעודדים את ייצור חמרי המזון הדרושים לבעלי החיים על ידי החיידקים שבמערכת העיכול.

תיאוריה אחרת, המבוססת על ממצאים ניסויים, גורסת שהחמרים האנטיביוטיים גורמים לצמצום עוביים של דפנות המעינים, דבר המביא לידי ספיגת חמרי מזון יעילה יותר.

התיאוריה שהזכרת בדבר השפעתם של החמרים האנטיביוטיים על חיידקי מערכת העיכול מזכירה לי עובדה שנוכחתי בה בעצמי. הבחנתי כי חזירה המקבלת תכשירים אנטיביוטיים בעת

של תרופות המכילות חמרים אנטיביוטיים ואשר אפשר להשתמש בהן גם ללא הוראות הרופא. על גבי האריזה ניתנת רשימת המחלות שלגביהן פעילה התרופה וכן ניתנות הוראות בכל הנוגע למינון. הוא הדבר אף לגבי תכשירים אנטיביוטיים שונים הנמכרים בשוק לשם עירוב במס־פוא. הנקודה החשובה היא להיות סמוך ובטוח לגבי נכונותה של האבחנה ולהגיש את התרופה בזהירות. במלים אחרות, להיות בטוח לגבי מהותה של המטרה ולהשתמש בתחמושת הנכונה לשם קליעה בה. בכל מקרה של ספק — ומקרים אלה מרובים מן המקרים שאינם מוטלים בספק — פנה אל רופא בהמות או אל מומחה תזונה והיוועץ בו תהילה.

ייתבו כל האכרים אם יהרהרו בפיסקת הסיי־כום שבספרם החשוב של וולטש ולואיס „הרפואה האנטיביוטית“. הפיסקה היא: „חמרים אלה, אם משתמשים בהם בצורה הנכונה, עשויים להציל חיים (המדובר בחיי אדם באותה פסקה) יותר מכל תרופה אחרת העומדת כיום לרשותם של הרופאים. במקרה של שימוש בלתי נכון בהם יכולים הם להפוך לחמרים מסוכנים ביותר. שימוש בלתי שקול וללא כל הבחנה בחמרים האנטיביוטיים עלול להוליך לתקלות המורות ביותר. למזלנו התרופות האנטיביוטיות נמכרות וניתנות לשימוש רק לפי הוראות הרופא“.

חמרים אנטיביוטיים במספוא

ש. הזכרת בדברייך את השימוש בחמרים אנטיביוטיים במספוא. נראה כי לא קיים כל ספק שהוא בקרב החקלאים כי חמרים אלה מהווים מכשיר רב עצמה לזירוז הגדילה של בעלי החיים ולייצור מספוא יעיל יותר. כיצד משיגים זאת החמרים האלה?

ת. הלוואי ויכולתי לענות לך על שאלתך זו. אף זוהי אחת מן השאלות לגביהן אין תשובה ברורה וקיימות מספר תיאוריות המנסות להסביר את הדבר.

אחת התיאוריות המקובלות ביותר היא זו הגורסת, כי הואיל וידוע הדבר שבהמה בריאה גדלה מהר יותר מזו החולה או ה„עלובה“, ממלאים כאן החמרים האנטיביוטיים את תפקידם. בכך

ההמלטה מפרישה צואה כהה יותר ובמקרה שהיא אוכלת שיכולת שועל תהיינה שאריות הגרגרים בצואתה מועטות יותר. האם יכולה התיאוריה להסביר תופעה זו?

ת. נראה לי כי לא. צירוף זה של אירועים היה כנראה מקרי. בהמות המקבלות חמרים אנטיביוטיים במספוא יכולות לעיתים להפריש צואה בהירה יותר אולם אין תופעה זו קבועה לגמרי.

ש. שמעתי שהחמרים האנטיביוטיים מעוררים את תיאבונן של בהמות חולות ומעודדות את התפתחותם של סוגי חיידקים מועילים בגופה של הבהמה. אולי תואיל להסביר זאת.

ת. זוהי כנראה פעולה בלתי ישירה של החמרים. ההשפעה המעכבת והמזיקה שנובעת לחמרים האנטיביוטיים לגבי סוגי החיידקים הגורמים למחלות מעניקה לחיידקים המועילים תנאים גרועים יותר להתרבות; ומכיוון שבהמה בריאה הינה בדרך כלל בעלת תיאבון גדול יותר מאשר בהמה חולה, הרי אפשר להניח כי הבהמות המוגנות בפני הידבקות שניונית ברוכות בתיאבון טוב יותר.

ש. האם ישנה תועלת כל שהיא בעירוב חמרים אנטיביוטיים שונים?

ת. נראה כי אמנם ישנה תועלת בכך לגבי ריפוי מחלות. מרבית יצרני התרופות נוהגים כיום לייצר צירופים שונים של חמרים אנטיביוטיים אחדים. אחד התכשירים החדשים להדברת דלקת העטין מורכב מחמשה חמרים אנטיביוטיים שונים. מבקרי השיטה הזו מכנים אותה שיטת "תרופות רובה הצייד".

ש. האם גורמות התרופות האנטיביוטיות לתגובות אלרגיות בבהמות. כפי שקורה הדבר בבני אדם?

ת. רופאי בהמות מצאו כי בהמות מסוימות הינן ללא כל ספק אלרגיות לגבי חמרים אנטיביוטיים. הדבר נמצא בעיקר בהיות קטנות, כגון כלבים וחתולים, הזוכים בחוליית לעיתים קרובות לתשומת לב לא פחותה מזו נהנים ממנה אדוניהם. רגישותן של בהמות המשק הרגילות לגבי החמרים האנטיביוטיים לא נקבעה בוודאות, כיוון שאין אלו זוכות לאותה מידה של תשומת לב.

ש. האם אלרגיות זו יכולה להתבטא בצורה חמורה?

ת. כן. לפי דבריו של ד"ר ג'וזף גראקה מאוניברסיטת איובה עלולה חיה, שנעשתה רגישה לחומר מסוים על ידי טיפול אחד בו, להינזק קשות ואף למות על ידי טיפול חוזר באותו החומר.

ש. האם הוכח כי איזה שהוא מבין החיידקים גורמי המחלות עשוי לפתח עמידות נרכשת כנגד פעולת החומר האנטיביוטי?

ת. כן. כמה סוגי חיידקים יכולים לפתח במהירות רבה עמידות נרכשת כלפי פניצילין או סטרפטומיצין. למשל. עד כה נראה כי עמידות לגבי החמרים בעלי תחום הפעולה הנרחב מתפתחת ביתר איטיות.

ש. האם קיים חשש כל שהוא שבהמות המקבלות חמרים אנטיביוטיים במספוא עשויות לפתח סבילות לגבי פעולת החומר אשר תהפוך אותן חסינות בפני החומר, במקרה שיהיה צורך להשיג תוש בו כתרופה נגד מחלה מסוימת?

ת. קיימת אפשרות כזו. החוקרים מקווים להתגבר על קושי זה על ידי שימוש משולב בחמרים אנטיביוטיים שונים ובתכשירים אחרים.

כדי למנוע התפתחות נטיה כזו מציע אחד מבני-הסמך בהונת החזירים לנקוט באחת משלוש הדרכים הבאות: (א) הזנה בצירופים של חמרים אנטיביוטיים; או (ב) החלפת החומר האנטיביוטי שבמספוא מדי שלושה חדשים; או (ג) הגשת חומר אנטיביוטי אחד לבהמות הרבייה, אחר לחוזזירים ואחד השונה משני הקודמים לחוזזירים בפיטום.

ש. מלבד סכנת התגובה האלרגית, האם קיימת סכנה של הגשת כמות חמרים אנטיביוטיים גדושה במנת המזון?

ת. לא. סכנה כזו הינה קלושה ביותר, אלא אם כן מוגשים החמרים בריכוזים גבוהים במידה יוצאת מגדר הרגיל. החמרים האנטיביוטיים, דוגמת הוויטאמינים, נסבלים על ידי הגוף בעודפים גדולים ביותר.

חמרים אנטיביוטיים למעלי גירה

ש. שמעתי שהחמרים האנטיביוטיים הינם מחוסרי כל ערך, או בעלי ערך מצומצם ביותר

רות מצב של דחק אצל הבהמות או במקרה שסכנת הידבקות על ידי מחלה זו או אחרת הינה גדולה. כך, למשל, יכולים לולני איזור דל-מרווה למנוע גזקים ניכרים ביותר אם יתחילו בהגשת מנה גדולה של חמרים אנטיביוטיים מיד בהיוודע להם שהחזאי המטאורולוגי מנבא התחוללות של סערת הוריקיין.

ו. בכמה עולה הגשת חמרים אנטיביוטיים במספוא?

ת. הגשת 80 מיליגרם ליום מאחד החמרים האנטיביוטיים המקובלים לכל ראש בקר תעלה 72 סנט לראש משך תקופה של 100 יום, או 1.44 דולר לתקופה של 200 יום.

כ-2.6 גרם מאותו חומר אנטיביוטי יירדשו עבור חזיר משך כל התקופה בה יעלה משקלו מ-18 ל-90 קילו. מחירה של כמות זו הינו 23 סנט. כאשר מוסיפים חומר אנטיביוטי בשיעור של 100 גרם לכל טונה תערובת אפרוחים משך שבר עיים-שלושת השבועות הראשונים יעלה החומר 2.83—3.78 דולר לכל 1000 עופות. בהיותו מוגש בתערובת הפטימים (עופות) למשך תקופות הדחק הוא יעלה 1.80—3.15 דולר לכל 1000 עופות.

אנטיביוטיקה אף לגידולי שדה

ו. עד כמה צמצמנו את דיוננו לשימוש בחמרים אנטיביוטיים ברפואת בעלי חיים והזנתם. האם משתמשים בהם אף לצרכי הצמחים בצורה כל שהיא?

ת. כן. אולם עקב מחירם הגבוה של החמרים מוגבל השימוש בהם כיום לגידולים שערכם ליחידת שטח גבוה ביותר או במקרים, בהם פעולת ההדברה תושג על ידי שימוש בכמויות קטנות של חומר אנטיביוטי, כגון במקרים של ריסוס ערוגות משתלה.

ו. כיצד מסייעים החמרים האנטיביוטיים לגידולם של צמחים?

ת. על ידי הדברתן של מחלות ועידוד הצמיחה. ו. מהם יתרונותיהם של החמרים האנטיביוטיים, בהשוואה לחמרי הריסוס הרגילים, למטרות המלחמה במחלות?

ת. בניגוד לחמרים כגון נחושת, גפרית או כספית, המשמידים את גורמי המחלות רק על פני שטחו החיצוני של הצמח, חודרים, כנראה, החמרים

לגבי מעלי הגירה. יתר על כן, שמעתי כי במקרה שמגישים אותם כמזרזי גדילה לבהמות מעלות גירה באורח סדיר במספוא עלול הדבר אף לגרום נזק, כיוון שהם עשויים להשמיד את חיירקי הכרס. האם נכון הדבר?

ת. לא. תוצאות מצוינות נתקבלו על ידי הגשת חמרים אנטיביוטיים במספוא לבקר ולכבשים. החשש מפני מחלת הזלילה (אנטרוטופסמיה) בטלאי מרבק סולק כמעט כליל על ידי השימוש באורמיצין וטראמיצין.

ו. הסטילבאסטרול מקובל בדרך כלל פחות או יותר כחומר המסייע להגברת היעילות של תהליכי פיתום בהמות. האם אפשר להשתמש בסטילבאסטרול ובחמרים אנטיביוטיים במשולב?

ת. נראה כי אפשר להגישם ביחד ואף יתכן שבהנאים מסוימים, ביחד כאשר התפריט משופע במספוא גס, מסייעים החמרים האנטיביוטיים לפעולתו של הסטילבאסטרול. ד"ר ביסון, מפיוורדו, סיכם לאחרונה תוצאות ניסויים שנערכו בחלקים שונים של ארצות הברית, שלפיהן שוורים אשר קיבלו סטילבאסטרול הגבירו את קצב גדילתם בשיעור של 9 אחוז ליום ואת ניצולת המספוא המוגש להם, כדי 7 אחוזים, בהשוואה לקבוצות הבקורת, אולם שוורים אשר קיבלו טראמיצין וסטילבאסטרול במשולב הגבירו את קצב גדילתם בשיעור של 18 אחוז ואת יעילות המספוא המוגש להם כדי 12 אחוז.

ו. מהו ההפרש בין מנה קטנה ומנה גדולה של חמרים אנטיביוטיים?

ת. מנה קטנה של חמרים אנטיביוטיים פירושה בדרך כלל 10—25 גרם חומר אנטיביוטי לכל טון מספוא. לגבי משקל גוף פירושו של דבר — קרוב ל-0.25 מיליגרם חומר אנטיביוטי לכל קילו משקל גוף במקרה של בקר או כבשים, כמעט עד 2.2 מיליגרם לכל קילו משקל גוף במקרה של חזירים. מנה גדולה פירושה 50—200 גרם חומר אנטיביוטי לכל טון מספוא.

ו. מתי ממליצים על הגשת מנה גדולה של חמרים אנטיביוטיים?

ת. ממליצים על מנה כזו של אנטיביוטיים בדרך כלל כאשר נראים סימני מחלה בעדר, כגון ננסיות בחזירים, במקרים בהם יש לצפות להיווצר

מטה כדי שיוכלו להדביר באמצעותם אורגאניס-מים הגורמים לרקבונות שורש.

ו. התוכל לציין כמה מן הבעיות ה"בוערות" ביותר בקשר לשימוש בחמרים אנטיביוטיים בגידול צמחים?

ז. ראשית, דרוש חומר אנטיביוטי שינוע כלפי מטה ואשר ידביר את גורמי רקבונות השורש. שנית, חומר אנטיביוטי אשר יהיה פעיל נגד מספר רב של מחלות פטריות. שלישית, חומר אנטיביוטי יעיל להדברת מחלות נגיפים של הגלעיניים. ולבסוף, שיטות ייצור זולות יותר של החמרים האנטיביוטיים כדי שהאיכר הבינוני יוכל להרשות לעצמו את השימוש בהם.

ח. שמענו לאחרונה על השימוש בחמרים אנטיביוטיים למטרות שימור מזונות. מהו למעשה תפקידם בנידון זה?

ט. קילקול המזונות נגרם בשיעור ניכר על ידי זיהום בחיידקים התוקפים כל אורגאניסם מיד לאחר מותו. אם ניתן לעכב את גדילתם של חיידקי קים אלה יימנע במידה רבה הקילקול. וכאן מגיעים אנו לחמרים האנטיביוטיים. אפשר להשתמש בהם לעיכוב גדילתם של חיידקי הזיהום. כיום מהווה האורומיצין את החומר המקובל ביותר למטרות שימור מזונות. חומר אחר שהוכנס לאחרונה לשימוש בשטח זה הינו הביוסטאט. על ידי שימוש בתכשירים אלה אפשר כיום לקיים עופות שחוטמים בטריותם משך שבועיים-שלושה במקרה בעוד שקודם לכן אי אפשר היה לשמור על הטריות, אף בקירור, למעלה משבוע. לאחר הש"ח חיסה נטבילים העופות במי קרח המכילים 10 חלקי מיליון אורומיצין. שאריות החומר האנטיביוטי המצויות על גוף העוף לאחר שהוצא מאמבט זה מספיקות כדי לעכב גדילתם של חיידקי זיהום בבשר משך שבועיים-שלושה בתנאי שהעוף מוחזק זמן במקרה.

הסיכויים לשימוש בחמרים אנטיביוטיים לשם שימור בשר בקר ודגים אינם פחות טובים. למרות שעדיין אין הדבר נעשה בקנה מידה נרחב.

י. היכול אתה לגלות לנו שמץ לגבי סיכוייהם של החמרים האנטיביוטיים בחקלאות בעתיד?

יא. אסתפק בקבעי כי אנו עומדים רק בהתחלה. המאורעות בשדה זה מתרחשים במהירות כה רבה עד כי אין ספק שבעוד עשור שנים ייצאו החמרים

רים האנטיביוטיים אל תוך רקמות הצמח ומשמרים דים שם את המיקרואורגאניסמים המזיקים מבלי לפגוע ברקמות הצמח עצמן.

יב. כיצד מעודדים החמרים האנטיביוטיים את הצמיחה?

יג. ממש כמו במקרה של בעלי החיים — עדיין אין כל ידיעה ברורה בענין זה. משערים כי יתכן והשפעה מזרזת זו באה בדרך הקרקע. יתכן שבקרקע מצויה שורה שלמה של חמרי עיכוב הנוצרים על ידי המיקרואורגאניסמים והגורמים נזק לכלורופלסטים של הנבטים אף בהימצאם בריכוזים נמוכים ביותר. במקרה של צמחים מפורחחים יותר נראה כי החמרים האנטיביוטיים מביאים לידי שינוי רצוי בהרכב המיקרופלורה (אוכ"ל-לוסיית החיידקים).

יד. האם ידוע על שימוש בקנה מידה נרחב בחמרים אנטיביוטיים לשם זירוז הצמיחה?

יז. עדיין לא. התהליך הינו יקר מדי ואף צורך זמן רב מכדי שיוכנס לשימוש מעשי על ידי האכרים.

יח. האם נמצא השימוש בחמרים האנטיביוטיים כמעשי יותר למטרות הדברתן של מחלות?

יט. כן; במקרה זה הוכיחו חמרים אלה בבירור את כדאיות השימוש בהם. משתמשים בחמרים האנטיביוטיים להדברת מחלות שונות בעצי פרי, בירקות ובגידולי שדה.

כ. אולי תואיל למנות כמה מן התכשירים האנטיביוטיים לטיפול בצמחים, המצויים כיום בשוק?

כא. אגרימיצין 100, אגריסטופ, פיטומיצין, אקקוסטרפטומיצין ואקטידיון.

כב. האם נעשה נסיון כל שהוא להדביר את חלדון החיסה על ידי חמרים אנטיביוטיים?

כג. כן, נמצא כי אקטידיון בריכוזים של 50—500 חלקי מיליון הינו יעיל למדי למטרות הדברת החלדון.

כד. האם נודעת לחמרים האנטיביוטיים השפעה מועילה לגבי כל סוגי הגידולים?

כה. לדאבונגה, לא.

כו. מהי דרך תנועתם של החמרים האנטיביוטיים בתוך הצמח?

כז. עד כה נמצא כי כל החמרים נעים כלפי מעלה. החוקרים מחפשים חמרים שינועו כלפי

בהם אנו משתמשים כיום, כליל מן ה"אופנה". אחת המטרות העיקריות הניצבות לפני החוקרים היא לגלות חומר אנטיביוטי פעיל נגד הנגיפים. אם מפעמת בהם אותה רוח שפיעמה בקודמיהם אין ספק ששיגו מטרה זו.

ו. האם יכול אתה להציע אמצעים כל שהם להפצת ידיעות על החמרים האנטיביוטיים ולהעיר שרת הבנתם של האיכרים בדבר האפשרויות הגנוזות בחמרים אלה?

מפגשים איזוריים בהם יקחו חלק איכרים ואנשי מדע כאחד, אנשי התעשיה הפרמצבטית ואנשי תחנות הניסיון החקלאיות, מקום שהדיונים יתנהלו בלשון פשוטה יותר ובהם יוכלו לקבל האיכרים תשובות על השאלות המטרידות אותם. יש לראות כינוסים כאלה כהכרחיים לשם שימוש יעיל בתכשירים חדישים אלה על ידי האיכרים.

ת. כן. באביב של שנת 1955 נתכנס בוואשינגטון הקונגרס הבינלאומי הראשון אשר הוקדש לשימוש בחמרים אנטיביוטיים בחקלאות. בהודש ינואר האחרון נערך סימפוזיון כל אמריקאי על השימוש במספוא מתוכשר (המכיל תכשירים רפואיים). אולם בכינוסים אלה לקחו חלק רק אנשי מדע אשר שוחחו ביניהם בלשונם המדעית שהיא כלשון ה"ן. נראה כי תועלת רבה תצמח מאירגון

ניתנת בזה טבלה בה רשומים שמות מיני חמרים אנטיביוטיים וכן המחלות שלגביהן נודעת לחמרים אלה השפעה. טבלה זו מבטאת בקירוב את הנתונים שאינם מתאימים אמנם בכל לדעתם של רופאי הבהמות ויצרני התכשירים; מידה מסוימת של סתירה מעין זו הינה מובנת, כיוון שהמחקר בשטח זה עדיין נמשך ומדי יום מגלים שימושים חדשים לחמרים ידועים ומתגלים חמרים חדשים שלא היו ידועים עד כה.

האנטיביוטיקה		המחלות							
טאטראצקין (כלור אורמיצין)	באצטראצין	כלורומיצין	נאואצין	פניצילין	סטרפטומיצין	טראאצין	טירותרצין		
+	+	—	—	+	—	+	—	גחלת	
—	—	—	—	—	+	+	—	אקטינומיקוזיס	
—	—	—	—	+	—	+	—	גמרת	
+	+	—	+	+	+	+	+	דלקת העטין המדבקת	
+	—	—	—	+	—	+	—	אסכרה של עגלות	
—	+	+	—	+	+	+	—	דלקת הריאות של עגלות	
—	+	+	—	—	+	+	+	שילשול העגלות	
—	+	—	—	+	—	+	—	כלבלבת (מחלת כלבלבים)	
—	+	+	+	+	+	+	+	דלקות הלהמית והקרנית (מחלות עיניים)	
—	+	—	—	—	—	+	+	מחלת הנשימה הכרונית (בעופות)	
+	+	—	—	+	—	+	+	דלקת רירית הרחם	
—	+	+	+	—	+	+	+	דלקת המעינים ושלשול	
+	+	—	+	+	+	+	+	חטטת (פֹּרוֹנוֹקוֹלוֹסִיס)	
—	+	+	—	+	—	—	+	לפֹּספִּירוֹסִיס	
+	+	—	—	+	+	+	+	דלקת מוח העצם	
—	+	+	—	+	+	+	+	רקבֹּדֶם דמי (ספטיצמיה הימוראגית)	
+	+	+	+	+	+	+	+	מחלות עור, פצעים מזהמים	
—	+	—	—	+	—	—	+	תשניק הסוסים	

ציארל ר. קוך

תורגם מתוך "די פארם", חוברת חורף 1957 ע"ד ד. ע.