

CLASS 5

V. Halachic questions raised by specific applications of nanotechnology: Nanoparticles in food

A. Overview of the production process of cultured meat

1. Overview of process

2. Where does nanotechnology play a role in cultured meat?

- a. Companies are using biophotonics with nanotechnology to provide better anchoring of cultured cells in the process of making cultured meat. This is a more reliable and efficient method for anchoring cells than the traditional scaffolding techniques. But even the scaffolding techniques used by some companies are now utilizing nanofibers to stabilize the growing meat/muscle cells.
- b. The addition of certain nanoparticles to the cultured meat increases the antioxidant and antimicrobial properties of active ingredients, improving the flavor and texture.
- c. Cultured meat is a high-value perishable commodity, and so the use of nanoparticles in its packaging can add antibacterial and de-oxygenating properties.
- d. There are nanosensors for detecting hazards in cultured meat, such as bacteria, pathogens, and other toxins.

B. “Man-made” meat – does the Torah condone such activities in the first place?

1. See Bereishis 1:28, 2:5, 2:15, and commentary of Rav S. R. Hirsch there (cited in Source Sheet for Class 3).

2. Midrash Shmuel 4:1

... מעשה ברבי ישמעאל ורבי עקיבא שהיו מהלכין בחוצות ירושלים והיה עמהן אדם אחד, פגע בהם אדם חולה. אמר להן רבותי אמרו לי במה אתרפא. אמרו לו קח לך כד וכך עד שתתרפא. אמר להן אותו האיש שהיה עמהן מי הכה אותנו בחולי? אמרו לו הקדוש ברוך הוא. אמר להן ואתם הכנסתם עצמכם בדבר שאינו שלכם, הוא הכה ואתם מרפאין? אמרו לו מה מלאכתך? אמר להן עובד אדמה אני והרי המגל בידי. אמרו לו מי ברא את האדמה, מי ברא את הכרם? אמר להם הקדוש ברוך הוא. אמרו לו ואתה מכניס עצמך בדבר שאינו שלך, הוא ברא, א אתו ואת אוכל פריין שלו? אמר להן אין אתם רואין המגל בידי? אלולי שאני יוצא וחורשו ומכסחו ומזבלו ומנכשו לא העלה מאומה. אמרו לו שוטה שבעולם ממלאכתך לא שמעת מה שכתוב אנוש כחציר ימיו, כשם שהעץ אם אינו נזבל ומתנכש ונחרש אינו עולה, ואם עלה ולא שתי מים (ולא נזבל) אינו חי והוא מת, כך הגוף הוא העץ, הזבל הוא הסם, איש אדמה הוא הרופא....

An incident happened with Rebbi Yishmael and Rebbi Akiva, who were strolling in the outskirts of Jerusalem, and there was one person with them. A sick person met up with them. He said to them, “My masters, tell me how I can heal myself!”

They said to him, “Take such-and-such until you will be healed.”

The man who was with them said to them, “Who is it that afflicted him with illness?”

They said to him, “The Holy One, Blessed is He.”

He said to them, “How do you have the gall to interfere in a matter that is not yours? Hashem afflicts, and you [have the gall to] heal?”

They said to him, “What is your vocation?”

He said to them, “I work the land. See, here is the sickle in my hand.”

They said to him, “Who created the land? Who created the vineyard?”

He said to them, “The Holy One, Blessed is He.”

They said to him, “And you have the gall to interfere in a matter that is not yours? Hashem created the land, and you are eating His fruits?”

He said to them, “Don’t you see the sickle in my hand? If I would not go out and plow [the field] and clear it and weed it and fertilize it, it would not produce anything!”

They said to him, “Fool! From your own work do you not hear what is written, ‘As for man, his days are like grass; like a flower of the field, so does he sprout’ (Tehillim 103:15). Just as the tree will not produce anything if the land it is not fertilized, weeded, and plowed, and if it does produce [fruit] but it is not watered (and fertilized) it will not live but will die, so, too, the body is the tree, the medicine is the fertilizer, and the doctor is the farmer.”

C. A counter-argument to the Torah’s possible support of cultured meat

1. Gemara, Sanhedrin 59b

אֵת בְּרִיתֵי הַפֶּרֶדִּים לְרֵבּוֹת בְּנֵי קַטּוּרָה אָמַר רַב יְהוּדָה אָמַר רַב אָדָם הָרִשּׁוֹן
לֹא הוֹתֵר לוֹ בֶּשֶׂר לֹאכִילָה דְכֹתִיב לְכֶם יִהְיֶה לֹאכִלָּה וְלֹכֵל חַיַּת הָאָרֶץ
וְלֹא חַיַּת הָאָרֶץ לְכֶם וְכִשְׁבָּאוּ בְנֵי נֹחַ הִתִּיר לָהֶם שְׁנֵאמַר כִּי־דָק עֵשֶׂב נָתַתִּי
לְכֶם אֵת כָּל־יְכוֹל לֹא יִהְיֶה אֲבֵר מִן־הַחַי נֹהֵג בּוֹ תִּלְלֵךְ אֲךָ בֶּשֶׂר בְּנַפְשׁוֹ דָּמוֹ

Said Rav Yehudah in the name of Rav: Adam ha’Rishon was not permitted to eat meat, as it says (Bereishis 1:29-30), “... *they shall be yours for food, and to all the animals on land*” – and not that the animals on land shall be for you [for food]. And at the time of the sons of Noach, He permitted [meat] to them, as it says (Bereishis 9:3), “[Every moving thing that lives shall be yours to eat,] like the green vegetation, I have given you everything.”

2. The Arizal (1534-1572) in Sha’ar ha’Mitzvos, Parshas Ekev, (Rav Chaim Vital, 1542-1620)

... וְכֵן אֲנִי עַל יְדֵי מַה שֶּׁאֲנִי אוֹכְלִים הַצּוּמָח וְהַדּוּמָם וְהַחַי אֲנִי מִבְּרִיִּים הָאוֹכֵל מִתּוֹךְ
הַפְּסוּלָת וְחוּזֵר אֲבֵרִי אָדָם מִמֶּשׁ אֲבֵל הַפְּסוּלִי נִדְחִי וְיוֹצֵא לְמִטָּה בְּסוּד הַיִּצְיָא וְדַחִיית
הַמּוֹתְרוֹת וְתַכּוּיִן כִּי אוֹכֵל גַּי אִיל הוּיִיָּה גַם הוּא גַי זִיין גַם מִזּוֹן הֵם אוֹתִיּוֹת מִיִּין זִיין כִּי מִיִּין
הוּא מִלּוּי הוּיִיָּה דִיּוּדִין וְזִיין הוּא אֵל הוּיִיָּה כְּנֹזִי....
גַם תְּבִין בְּזֵה הֵנָּה נָתַתִּי לְכֶם אֵת כָּל עֵשֶׂב זֹרַע זֹרַע לְכֶם יִהְיֶה לֹאכִלָּה וְהַטַּעַם הוּא כִּי כּוֹנֵת
הָאֲכִילָה הִיא לְבַרֵּר הַטּוֹב שְׁבַמְאֵכֵל הַהוּא וְלַהֲעֵלּוֹתוֹ מִן הַקְּלִיפִי וְהַסִּיגִי הַמַּעוּרִי בְּהֵם וְכִבֵּר
הִיו כָּל הַבִּיָּח מִבּוֹרֵרִי לְגַמְרִי וְלֹכֵן לֹא הוֹתֵרוּ לוֹ בְּאֲכִילָה אֲבֵל הַצּוּמָח שֶׁהֵם הַעֲשִׂבִי וְאֵילָנוֹת
הוֹתֵר בְּאֲכִילָתִי כִּי עֲדִיין הִיו צְרִיכִי לְהַתְּבַרֵּר עִיִּי הָאֲכִילָה הַהִיא....
וְיֵשׁ שְׁמַתְגַּלְגַּל בְּדוּמָם זֶה צְרִיךְ לַעֲלוֹת שְׁלֵשָׁה מַדְרָגוֹת כִּי בְּתַחֲלִילָה עוֹלָה מִן הַדּוּמָם אֵל
הַצּוּמָח כִּי יִצְמַח מִן הָאֲדָמָה וְיִתְלַבֵּשׁ בְּתוֹךְ הַצּוּמָח וְאַחֲרָיִךְ יֵאָכְלֵהוּ הַבִּיָּח הָאֲכִילִים עֵשֶׂב וְאִז
יַעֲלֶה בְּמַדְרָגַת בִּיָּח וְאַחֲרַיִךְ כִּךְ יִשְׁחַטּוּם וְיֵאָכְלוּם בְּנֵי אָדָם וְיִחְזְרוּ לְהִיּוֹת חֵלֶק אֲבֵרִי הָאָדָם
עֲצָמוֹ וְאִז יִתּוֹקֵן כִּי שֵׁם יִתְבַרֵּר עִיִּי אֲכִילַת הָאָדָם....

And so too, we – by eating [the three primary elements of creation other than *medaber*, or man] *tzome’ach* (vegetation), *domem* (inorganic material), and

chai (animals) – we separate the positive aspect of the food from the refuse, transforming it into the various parts of [the spiritual entity] man, while the refuse is expelled.... You may have the intention that אוכל, or food, in Gematriya (with the מספר הכולל) is the same as the Gematriya of א"ל הוי"ה (two of the names of Hashem), and it is also the same as the Gematriya of ז"ן, or “nourishes.” Also, the word מזון (nourishing food) is comprised of the letters ז"ן מ"ו, for מ"ו is the Gematriya of the letters of הוי"ה (Hashem’s name) in מ"ו-מ"ו form (הא ואו יוד הא)....

With this, you will also understand the verse, “*See, I give you every seed-bearing plant that is upon all the earth, and every tree that has seed-bearing fruit; they shall be yours for food*” (Bereishis 1:29). The reason for this is that the intention of eating is to separate the good that is in that food and to uplift it from the impurities mixed with it. All animals were [at the time of Creation] already entirely purified [from any aspect of impurity and evil] and therefore they were not permitted to mankind to eat....

And there is the aspect of evil which is incarnated in domem (inorganic material) and it needs to be raised up three levels. It first goes from domem (the soil) into the tzomeach (vegetation), and then that vegetation is eaten by animals, and afterwards the animals are properly slaughtered and eaten by people, at which time they become digested and integrated into the body of man himself, and then it is rectified, for it is the eating of man which purifies it....

D. Potential, Torah-advocated, benefits of cultured meat

- * Much greater accessibility to food
- * Much more efficient consumption of natural resources (including water, agriculture production, and land)
- * No need to raise or slaughter huge quantities of livestock
- * Elimination of harmful procedures used in traditional farming
- * Less potential for contamination
- * Long-term solution for feeding the growing global population

E. Halachic questions raised by the innovation of cultured meat, in which nanotechnology plays an important supporting role:

Does the animal from which the stem-cells are taken need to be Kosher?

Does the animal need Shechitah first?

Do the ingredients in the growth culture need to be Kosher?

Is the final product meat (“fleishik,” בשרי), or is pareve?

(May milk be eaten with it or immediately following it? May it be eaten during the Nine Days? Does one fulfill the obligation to eat meat on Shabbat and Yom Tov by eating this meat?)

If it is not considered meat, may “meat” produced from the stem-cells of a non-kosher animal be considered kosher?

If it is not considered meat, may it be eaten with milk, or is there a problem of “mar’is ha’ayin”?

1. Does the source of the stem-cells need to be a Kosher animal?

a. Mishnah, Bechoros 1:2

פָּרָה שֶׁיָּלְדָה כְּמִין חֲמוֹר, וְחֲמוֹר שֶׁיָּלְדָה כְּמִין סוּס, פֶּטוּר מִן הַבְּכוֹרָה, שֶׁנֶּאֱמַר פֶּטֹר חֲמוֹר פֶּטֹר חֲמוֹר, שְׁנֵי פְעָמִים, עַד שֶׁיִּהְיֶה הַיּוֹלֵד חֲמוֹר וְהַנּוֹלֵד חֲמוֹר. וְכֵן הֵם בְּאֲכִילָה. בְּהֵמָה טְהוֹרָה שֶׁיָּלְדָה כְּמִין בְּהֵמָה טְמֵאָה, מִתֵּר בְּאֲכִילָה. וְטְמֵאָה שֶׁיָּלְדָה כְּמִין בְּהֵמָה טְהוֹרָה, אֲסוּר בְּאֲכִילָה, שֶׁהַיּוֹצֵא מִהַטְּמָא, טְמֵא. וְהַיּוֹצֵא מִן הַטְּהוֹר, טְהוֹר. דָּג טְמֵא שֶׁבָּלַע דָּג טְהוֹר, מִתֵּר בְּאֲכִילָה. וְטְהוֹר שֶׁבָּלַע דָּג טְמֵא, אֲסוּר בְּאֲכִילָה, לְפִי שֶׁאֵינוֹ גָּדוּלָיו :

... If a pure species gives birth to something that looks like an impure species, it is permissible to eat [the offspring]. If an impure species gives birth to something that looks like a pure species, it is forbidden to eat [the offspring], for that which comes from an impure species is impure and that which comes from a pure species is pure....

b. Devarim 12:23

...ולא תאכל הנפש עם הבשר....

“... and you shall not eat the soul with the flesh....”

c. Shemos 22:30

... ובשר בשדה טרפה לא תאכלו....

“... and flesh torn in the field you shall not eat...”

d. Shulchan Aruch, Yoreh Deah 62:1-2

הלכות אבר מן החי

סב דיני אבר מן החי. וכו' ד' סעיפים :

א (א) * אבר מן החי * (א) אסור (ב) בבהמה חיה

(ב) * ועוף :

ב ג (ג) * אבר הפורש מן החי אסור ד ובשר

הפורש מן החי (ד) אסור משום ובשר בשדה

טריפה ג ואפי' הפורש טהבהמה ועדיין הוא בתוכה

כגון שנחתך מהחול או מהכליות ונשארה

החתיכה בתוכה ה (ז) אסור :

1) A limb from a live animal is forbidden, from a domesticated animal, a wild animal, or fowl.

2) A limb that separates from a live animal is forbidden. And flesh that separates from a live animal is forbidden because of, “And flesh torn in the field...” (Shemos 22:30).

2. Is the product considered meat or pareve?

a. Shulchan Aruch, Yoreh Deah 87:7

יורה דעה פו הלכות בשר בחלב

כב. פטור וכן האוכלים בו. ה"ג (ז) ויש מי שאומר. פי' כלול דוק	
בבד"ד מי חלב. ע"ל סי' פ"א ס"ה אפי' בקרוש ולא ס"ל פירש"א זנ	
מפיק ליה מתורת אוכל וחשיב כפרש ורש"ל פרק כ"ה סי' ק"ו פסק ו	
פי' כלול וכמ"ס לעיל בס"י פ"א בקרוש כי מי יודע מה שיעור הקר	
הגין	אס
ז"ה המבשל שליל בחלב חייב וכן האוכלו אבל חלב	חלב
המבשל שליא וכו' או עור וקאן ונידים ועצמות (ח)	זמע
ועיקרי קרנים ומלפים הרבים כב (ט) (טו) פטור וכן	קרוש
האוכלים פטור:	פינו
	סי'

... One who cooks [with milk] the fetal membranes, or hide, or sinews, or bones, or horns, or the soft hooves, is exempt.

b. Chidushei Rabbeinu Chaim ha'Levi Al ha'Rambam (Hilchos Ma'achalos Asuros 3:11, Rav Chaim Soloveitchik (1853-1918)

Chelkas Yoav (Yoreh Deah 15), Rav Yoav Yehoshua Weingarten (1847-1922)

Chazon Ish (Yoreh Deah 12:3), Rav Avraham Yeshayah Karelitz (1878-1953)

Summary: The exemption from liability when one cooks, together with milk, parts of an animal that emerge from the animal (such as eggs, milk, skin, bones, horns), applies only to non-meat materials. But something which emerges from an animal which is a type of actual meat has the status of meat and one is liable for cooking it with milk.

3. Must the nanoparticles used in the support and growth of the product have kosher supervision?

a. Mishnah, Avodah Zarah 2:5 (Avodah Zarah 29b)

אמר רבי יהודה, שאל רבי ישמעאל את רבי יהושע, כשהיו מהלכין בדרך. אמר לו, מפני מה אסרו גבינות הגוים. אמר לו, מפני שמעמידן אותה בקבה של גבלה.

Rebbi Yehudah said: Rabbi Yishmael asked Rabbi Yehoshua, when they were traveling on the road: "Why did they (the Sages) prohibit the cheeses of non-Jews?" He said to him, "Because they are *ma'amid* it in the lining of the abomasum of animals that were not properly slaughtered."

Radbaz (1479-1573)

כיון שמעמיד, ממילא ניכרת ונראית פעולת האיסור בהיתר, והרי זה כאילו ניכר האיסור בכל חלק מהתערובת, וחשוב כאילו האיסור בעין.

Since it causes [the cheese] to form, the action of the prohibited material upon the permitted food is recognizable and visible, and thus it is considered as though the prohibited material itself is recognizable in every part of the mixture, and it is as though the prohibited material is visible.

Shulchan Aruch, Yoreh Deah 87:11

אם העמיד גבינה בעור קיבת כשרה יש בה טעם בשר אסורה ואם לאו מותרת אבל המעמיד בעור קיבת נבילה וטריפה ובהמה טמאה אוסר בכל שהוא: הגה משום דדבר האסור בעצמו ומעמיד אפילו באלף לא בטיל...

If one curdled milk using the lining of the stomach of a permitted animal, it is forbidden if it tastes like meat, and permitted otherwise. But if the stomach comes from a *neveilah* or *treifah* animal, even a minute amount prohibits it. REMA: This is because any food which itself is forbidden which is used as a *ma'amid* is not annulled even when it is merely one thousandth of the mixture....

b. Rav Hershel Schachter, internal O.U. document entitled "Nanotechnology"

בנדון nanotechnology: שמחתים מאכל האסור לחתיכות כ"כ דקות שאינן נראות לעינים כלל – ורק נראות ע"י זכוכית מיוחדת מגדלת – ואח"כ מערבים אותו המשהו (הבלתי-נראה לעין) אל תוך מאכל של היתר, וטעמו נרגש, או שריחו נרגש, או שמשמש כמעמיד, אשר אילו עירבנו משהו של איסור הנראה לעין אל תוך היתר בכה"ג – היה אותו המשהו אוסר. אכן כאן שהמשהו אינו נראה – אולי יש מקום לומר שאין עליו איסור, וא"א לו לאסור את המאכל של היתר. והנה במשכנות יעקב (יו"ד סי' לד) הובאה דעת הריב"ש (סי' רנה, והובאו הדברים בפתחי תשובה ליו"ד) שב"זיעה" אין איסור, שבשעה שהשתנה האיסור לקיטור – אין עליו איסור, שאין הקיטור לא מאכל ולא משקה שיוכל להיות עליו איסור אכילה, ואף שתיכף לאח"כ (על ידי תהליך הדיסטיליישן) הקיטור חוזר למצב של משקה, כיון שהותר הותר, ואע"פ שנעשה בתהליך אחד. דומיא דשיטת החו"ד (סי' קג סק"א) דמאכלות אסורות שנפסלו מאכלת אדם ושוב חזרו עוד הפעם להיות ראויים לאכילת אדם, ואפילו אם נעשה הכל בתהליך-טבעי אחד, היות שבשעה שהיה המאכל במצב של נפסל מאכילת אדם לא היה שייך להיות עליו איסור אכילה, שהרי לא היה עליו אז שם אוכל אף לאחר מכן נשאר הוא בהיתרו. והוכחתו היתה מהגמרא סוף תמורה בנידון אפרוח ביצת טריפה.¹

¹ ולדעת הגר"ח יש לדחות, ששמה בגמרא המדובר הוא ביוצא מן האסור שאינו אסור מחמת עצמו אלא רק מפאת היותו מצורף להאיסור, וברגע שנפסל מאכילת אדם, שוב חדל ונפסק אותו הקשר והצירוף אל האיסור, ואף שלאחר מכן חזר שוב להיות ראוי לאכילה, שוב אין עליו שם "יוצא" היות שנפסק הקשר והצירוף אל האיסור. ולפי דעת הגר"ח בהבנת דין הגמרא, שפיר יש להבין מנהג העולם שלא להתיר בזיעה. אכן אפילו אם נתפס כהבנת החו"ד באותו הגמרא, עדיין יש מקום לאסור בנדון הזיעה, דשמה בגמרא – כשחזר להיות ראוי לאכילת אדם, נהפך להיות דבר אחר לגמרי (אפרוח) מאשר מה שהיה מתחילה, ושפיר יש לומר דכיון שהותר – הותר. אכן ב"זיעה" הרי לאחר הדיסטיליישן חזר המשקה לקדמותו, ויש לדוננו כאילו לא השתנה כאן שום דבר.

Regarding the subject of nanotechnology, whereby a forbidden food item is reduced to such small particles that they are not visible at all to the eye, but are visible only by way of a specialized microscope, and afterwards that particle (which is not visible) is mixed with a permitted food, and its taste is perceptible, or its smell is perceptible, or it serves as a “*ma’amid*”, which had we mixed a minute amount of a forbidden item which is visible to the eye into a permitted food in such a manner, that minute amount would have rendered the food forbidden. But here, that the minute amount is *not visible*, perhaps there is grounds to say that it does not have the status of a forbidden item and it is not able to prohibit the permissible food [in which it is mixed]?

The Mishkenos Yaakov (Yoreh Deah #34) cites the view of the Rivash (#255, whose words are cited by the Pischei Teshuvah, Yoreh Deah) that there is no prohibition with steam – that at the moment that the forbidden item changes into steam, there is no [longer] a status of prohibition upon it, because the steam is neither food nor liquid upon which there could be a status of forbidden food. Even though immediately afterwards (by way of the process of distillation) the steam returns to the state of liquid, since it had attained a status of Heter (permitted item) it remains permitted, and even though it was done in a single process. This is similar to the view of the Chavos Da’as (103:1), that forbidden foods that because unfit for human consumption and then returned to being fit for human consumption, and even when it was all done in a single, natural process, since – at the time that the food was in a state of being unfit for human consumption – it was not possible for it to be considered a prohibited food item, as at that time it was not a food, so even afterwards it remains in its state of permissibility. His proof for this is from the Gemara in Temurah (31a) regarding the chick that comes from the egg of a treifah (a kosher bird that had a blemish rendering it non-kosher)¹.

¹ According to the view of Rabbeinu Chaim (YS: cited above in the source sheet), there the Gemara is discussing something that emerges from the prohibited item, which is not prohibited because of itself but because of its connection to its source, which is prohibited, and at the moment that it becomes unfit for human consumption, that connection to the prohibited item ceases, and thus even when it returns to being fit for consumption, it does not regain the title of an item that “emerged” from a forbidden item. Rabbeinu Chaim’s explanation of the Gemara is a valid basis for the prevalent practice not to permit steam from a forbidden item (when it returns to liquid form). However, even if we follow the Chavos Da’as’ explanation of the Gemara there, there is still grounds to prohibit the case of steam, for there in the Gemara, when the item returned to being fit for human consumption, it was transformed into an entirely different object (a chick) from what it was before, and thus it is reasonable to say that since it became permitted, it remains permitted. But in the case of steam, after the distillation process, the liquid returns to its previous state, and it should be considered as if nothing here changed at all.

...

והנה המקובל בארבעים שנה האחרונות להחמיר – על כל פנים לכתחילה – אפילו בזה אחר זה בנדון הכנסת הקרבנישו"ן (הבא מהאוויר העולה מעשיית השכר) אל תוך הגזוז ששותים בפסח. אך בדיעבד בודאי אין לאסור.² והכא נמי לענין נידון דידן, שאי אפשר לומר שקיים איסור על חתיכה כל כך קטנטנה שאינה נראית לעין, שמכניסים אותה החתיכה הדק-דקה אל תוך איזה מאכל, כשר, ולכאורה על פי פשוטו נראה שאין זה נעשה בבת אחת, שמצד אחד ישנה לחתיכת האיסור, ומצד השני ישנו להמאכל הכשר אשר בו הוכנסה החתיכה הדק-דקה, אלא שזה נעשה בזה אחר זה, שתחילה מפרידים את חתיכת האיסור לחתיכות דקדקות, ונעלמה מכאן חתיכת האיסור הגדולה, ורק אחר כך מתחילים להכניסם למאכלים, הכשרים, ובכה"ג הרי קיימא לן (עיין כף החיים הנ"ל מהפמ"ג, וכן הוא לפי מנהג העולם בגזוז שמכניסים בו קרבנישו"ן הבא מן השכר) שלכתחילה אסור ובדיעבד מותר.³

...

Now, it has become the accepted practice in the last forty years to be stringent – at least *l'chatchilah* – even in a two-step process, in the matter of inserting carbonation (a byproduct of the manufacturing of beer) into carbonated drinks that are consumed on Passover (where beer is chametz and forbidden on Passover). Nevertheless, certainly *b'di'eved* it is not forbidden. Here also, in our subject, where it is impossible to say that the status of prohibition exists on a particle so small that it is not visible to the eye, when that particle is inserted into a kosher food item... where, first, they separate the forbidden item into immensely small particles and the large, prohibited item disappears entirely, and afterwards they insert the particles into the kosher food. In such a case, the rule (see the Kaf ha'Chayim (Yoreh Deah 108:34-35) in the name of the Pri Megadim, and so is the common practice with carbonated beverages into which is placed carbonation obtained from beer) that *l'chatchilah* it is forbidden, but *b'di'eved* it is permitted.

...

והיה נראה להוסיף עוד ולהעיר שהרמ"א (סימן ס) הביא מהספר או"ה שבהמה שנתפטמה כל ימיה במאכלות אסורות אין לאכלה מטעם מראית עין, והכא נמי (בנדון נאנוטכנולוגיה), אולי יש כאן גם כן משום מראית עין, שההמון לא יהיה נוח להם מזה שמרגישים את טעם האיסור (מלפנים), וכנ"ל, ואולי יש לאסור אפילו בדעבד לדעת הרמ"א – מטעם מראית עין. (אכן עיין שם בש"ך שחלק על הרמ"א.)

It is appropriate to add further and to point out that the Rema (Yoreh Deah 60) cites the ruling (from Sefer Isur v'Heter) that an animal that was fattened all of its days with forbidden fodder may not be eaten because of *mar'is ayin*. Here, too, in the case of nanotechnology, perhaps *mar'is ha'ayin* also applies... and perhaps there is grounds to prohibit even *b'di'eved*, according to the view of the Rema, because of *mar'is ha'ayin*....

c. Excerpt from “*Nanotechnology and Kashrus*,” Rabbi Eliyahu W. Ferrell, Rabbinic Coordinator, O.U. Kosher:

... *There are two main vehicles for using nanotechnology in the manufacture of food. A company may produce a nano-encapsulated substance, i.e., a substance in a capsule on the nano-scale. Or it may produce nano-spheres, i.e., a substance manufactured on the nano-scale. What kind of changes could be wrought by nanotechnology? The use of nanotechnology can do the following:*

- * *Increase shelf-life (e.g., by protecting nutrients from degradation through nano-encapsulation);*
- * *Increase absorption by the body (e.g., nano-scale carotenoids being used as additives in lemonade, fruit juices, and cheese);*
- * *Allow the control-release of substances (e.g., by putting a distasteful – but healthful – additive in a nano-capsule that only opens in the stomach);*
- * *Warn of spoilage (e.g., by creating “smart” food packaging that warns the consumer when oxygen is seeping into the package);*
- * *Filter with micro-sieves (e.g., to remove pathogens and lactose from milk and caffeine from coffee);*

** Fine-tune the qualities of a food (e.g., nano-capsules can be produced in such a way that they burst open at different microwave frequencies and release only those colors, flavors, and nutrients the consumer chooses); and*

** Improve emulsification (e.g., nano-particles and nano-encapsulated substances can mix into what they would not mix into on the macro-scale — including oil and water!).*

Not surprisingly, nano-spheres and nano-encapsulated substances are on the radar screen of the OU. These items must measure up to OU standards no less than any other ingredients in an OU-certified product. The spheres, the capsules, and the capsules' contents may not necessarily be composed of kosher-approved substances....

Additional resources for Class 5

List of lab-grown meat companies, at <https://labgrownmeat.com/list-of-lab-grown-meat-companies/> .

Comprehensive list of nanotechnology in food, at <https://www.centerforfoodsafety.org/nanotechnology-in-food>

Lamri M, et al. (2021). *Nanotechnology as a Processing and Packaging Tool to Improve Meat Quality and Safety*. *Foods*. 10(11): 2633. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8623812/>

Mateti, T., Laha, A. & Shenoy, P. *Artificial Meat Industry: Production Methodology, Challenges, and Future*. *JOM* 74, 3428–3444 (2022). Available at: <https://doi.org/10.1007/s11837-022-05316-x>

“Genetically Engineered Meat” (pp. 97-132) in *Food – A Halachic Analysis*. Rabbi Yehuda Spitz, Mosaica Press, 2021.

"If and when do we rule like the Zohar ha'Kadosh, and other clarifying points in Halachic matters" (Hebrew), Tzitz Eliezer 21:5, available at: <https://www.hebrewbooks.org/pdfpager.aspx?req=14520&pgnum=23>

“*Nanotechnology and Kashrus*” by Rabbi Eliyahu W. Ferrel, unpublished article from internal archives of O.U. Kashrut.