

Заключение диссертационного совета МГУ.014.4
по диссертации на соискание учёной степени доктора наук
Решение диссертационного совета от 13 мая 2025 года № 101
о присуждении Крутякову Юрию Андреевичу, гражданину РФ,
учёной степени доктора химических наук

Диссертация «Синтез, свойства и агробιοтехнологические применения стабилизированных наночастиц серебра» по специальности 1.5.6. Биотехнология принята к защите диссертационным советом 4 марта 2025 года, протокол № 99.

Соискатель Крутяков Юрий Андреевич 1982 года рождения, в 2008 году защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата химических наук «Синтез, люминесцентные и антибактериальные свойства наночастиц серебра» по специальности 02.00.11 – коллоидная химия и физико-химическая механика в диссертационном совете Д 501.001.49 по химическим наукам при Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова. С 2008 года по настоящее время работает старшим научным сотрудником в лаборатории химии поверхности кафедры химии нефти и органического катализа химического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».

Диссертация выполнена в лаборатории химии поверхности на кафедре химии нефти и органического катализа химического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».

Научный консультант: Лисичкин Георгий Васильевич, доктор химических наук, профессор, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией химии поверхности кафедры химии нефти и органического катализа химического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».

Официальные оппоненты:

Еремин Сергей Александрович

доктор химических наук, профессор, ведущий научный сотрудник кафедры химической энзимологии химического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»,

Жердев Анатолий Виталиевич

доктор химических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории иммунобиохимии Института биохимии имени А.Н. Баха Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук»,

Маслов Михаил Александрович

доктор химических наук, доцент, директор Института тонких химических технологий имени М.В. Ломоносова Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «МИРЭА – Российский технологический университет»

дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет более 130 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 54 работы, из них 28 статей, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности 1.5.6. Биотехнология, а также 11 патентов на изобретение. По решению диссертационного совета патенты на изобретения приравниваются к публикациям соискателя, в которых излагаются основные научные результаты диссертации, необходимым для защиты. По решению диссертационного совета патенты на изобретения приравниваются к публикациям соискателя, в которых излагаются основные научные результаты диссертации, необходимым для защиты.

Статьи в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в базе ядра Российского индекса научного цитирования "eLibrary Science Index":

1. Kudrinskiy A.A., **Krutyakov Yu.A.**, Olenin A.Yu., Romanovskaya G.I., Vasilyeva S.Yu., Lisichkin G.V. Sensitized fluorescence of silver nanoparticles in the presence of pyrene // *Journal of Fluorescence*. – 2009. – Vol. 19. – № 3. – P. 473–478. (объем 0,7 п.л., авт. вклад 45%) [Импакт-фактор WoS JIF = 2,6].

2. Оленин А.Ю., Романовская Г.И., **Крутяков Ю.А.**, Васильева С.Ю., Кудринский А.А., Лисичкин Г.В. Синтез и сорбционно-люминесцентные свойства гидрофобных наночастиц серебра в присутствии пирена // *Журнал аналитической химии*. – 2009. – Т. 64. – № 1. – С. 32–37. (объем 0,6 п.л., авт. вклад 25%) [Импакт-фактор РИНЦ = 1,147] (Olenin A.Yu., Romanovskaya G.I., **Krutyakov Yu.A.**, Vasil'eva S.Yu., Kudrinskii A.A., Lisichkin G.V. Synthesis and adsorption and luminescence properties of hydrophobic silver nanoparticles in the presence of pyrene // *Journal of Analytical Chemistry*. – 2009. – Vol. 64. – № 1. – P. 26–30. (объем 0,6 п.л., авт. вклад 25%) [Импакт-фактор WoS JIF = 1,0]).

3. Le A.-T., Tam L.T., Tam P.D., Huy P.T., Huy T.Q., Hieu N.V., Kudrinskiy A.A., **Krutyakov Yu.A.** Synthesis of oleic acid-stabilized silver nanoparticles and analysis of their antibacterial activity // *Materials Science and Engineering C*. – 2010. – Vol. 30. – № 6. – P. 910–916. (объем 0,8 п.л., авт. вклад 75%) [Импакт-фактор WoS JIF = 8,1].

4. Le A.-T., Huy P.T., Tam P.D., Huy T.Q., Cam P.D., Kudrinskiy A.A., **Krutyakov Yu.A.** Green synthesis of finely-dispersed highly bactericidal silver nanoparticles via modified Tollens technique // *Current Applied Physics*. – 2010. – Vol. 10. – № 3. – P. 910–916. (объем 0,8 п.л., авт. вклад 75%) [Импакт-фактор WoS JIF = 2,4].

5. Le A.-Т., Huy P.T., Huy T.Q., Phung D.C., Кудринский А.А., Оленин А.Ю., Лисичкин Г.В., **Крутяков Ю.А.** Фотохимический синтез наночастиц серебра, обладающих высокой антибактериальной активностью // Российские нанотехнологии. – 2010. – Т. 5. – № 7. – С. 75–81. (объем 0,9 п.л., авт. вклад 75%) [Импакт-фактор РИНЦ = 1,271] (Le A.-Т., Huy P.T., Huy T.Q., Phung D.C., Kudrinskiy A.A., Olenin A.Yu., Lisichkin G.V., **Krutyakov Yu.A.** Photochemical synthesis of highly bactericidal silver nanoparticles // Nanotechnologies in Russia. – 2010. – Vol. 5. – № 5. – P. 554–563. (объем 1,1 п.л., авт. вклад 75%) [Импакт-фактор WoS JIF = 0,5]).

6. **Krutyakov Yu.A.**, Kudrinsky A.A., Olenin A.Yu., Lisichkin G.V. Synthesis of highly stable silver colloids stabilized with water soluble sulfonated polyaniline // Applied Surface Science. – 2010. – Vol. 256. – № 23. – P. 7037–7042. (объем 0,6 п.л., авт. вклад 90%) [Импакт-фактор WoS JIF = 6,3].

7. Мыца Е.Д., Еланский С.Н., Кокаева Л.Ю., Побединская М.А., Игнатов А.Н., Кузнецова М.А., Козловский Б.Е., Денисов А.Н., Жеребин П.М., **Крутяков Ю.А.** Новый препарат Зерокс – оценка фунгицидного и бактерицидного эффекта in vitro // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – Т. 28. – № 12. – С. 16–19. (объем 0,5 п.л., авт. вклад 60%) [Импакт-фактор РИНЦ = 1,317].

8. **Крутяков Ю.А.**, Симонов П.Г., Хаперский Ю.А., Виолин Б.В., Федотов С.В. Эффективность нового антибактериального препарата Аргумистин при хроническом эндометрите у коров // Ветеринария. – 2015. – № 10. – С. 42–45. (объем 0,5 п.л., авт. вклад 60%) [Импакт-фактор РИНЦ = 0,412].

9. Симонов П.Г., Ашенбреннер А.И., Виолин Б.В., Федотов С.В., Малышев А.А., **Крутяков Ю.А.** Применение нового антибактериального препарата Аргумистин при терапии высокопродуктивных коров с послеродовым гнойно-катаральным эндометритом // Ветеринария. – 2016. – № 12. – С. 17–21. (объем 0,5 п.л., авт. вклад 60%) [Импакт-фактор РИНЦ = 0,412].

10. Gusev A.A., Kudrinsky A.A., Zakharova O.V., Klimov A.I., Zherebin P.M., Lisichkin G.V., Vasyukova I.A., Denisov A.N., **Krutyakov Yu.A.** Versatile synthesis of PHMB-stabilized silver nanoparticles and their significant stimulating effect on fodder beet (*Beta vulgaris* L.) // Materials Science and Engineering C. – 2016. – Vol. 62. – P. 152–159. (объем 0,8 п.л., авт. вклад 65%) [Импакт-фактор WoS JIF = 8,1].

11. **Krutyakov Yu.A.**, Zherebin P.M., Kudrinskiy A.A., Zubavichus Y.V., Presniakov M.Yu., Yaprntsev A.D., Karabtseva A.V., Mikhaylov D.M., Lisichkin G.V. New frontiers in water purification: highly stable amphopolycarboxyglycinate stabilized Ag–AgCl nanocomposite and its newly discovered potential // Journal of Physics D – Applied Physics. – 2016. – Vol. 49. – № 37. – P. 375501-1–375501-9. (объем 1,0 п.л., авт. вклад 80%) [Импакт-фактор WoS JIF = 3,1].

12. **Krutyakov Yu.A.**, Kudrinskiy A.A., Zherebin P.M., Yaprntsev A.D., Pobedinskaya M.A., Elansky S.N., Denisov A.N., Mikhaylov D.M., Lisichkin G.V. Tallow

amphopolycarboxyglycinate-stabilized silver nanoparticles: new frontiers in development of plant protection products with a broad spectrum of action against phytopathogens // *Materials Research Express*. – 2016. – Vol. 3. – № 7. – P. 075403-1–075403-9. (объем 0,9 п.л., авт. вклад 80%) [Импакт-фактор WoS JIF = 1,8].

13. **Krutyakov Yu.A.**, Klimov A.I., Violin B.V., Kuzmin V.A., Ryzhikh V.E., Gusev A.A., Zakharova O.V., Lisichkin G.V. Benzyldimethyl[3-(miristoylamino)-propyl]ammonium chloride stabilized silver nanoparticles (Argumistin™) in medicine: results of clinical trials for treatment of infectious diseases of dogs and perspectives for humans // *European Journal of Nanomedicine*. – 2016. – Vol. 8. – № 4. – P. 185–194. (объем 1,0 п.л., авт. вклад 80%) [Импакт-фактор Scopus CiteScore = 3,1].

14. **Крутяков Ю.А.**, Коптев В.Ю., Кудринский А.А., Климов А.И., Титова М.А., Балыбина Н.Ю., Лисичкин Г.В. Определение содержания серебра в тканях и органах цыплят-бройлеров после орального и ингаляционного применения водных дисперсий коллоидного серебра // *Гигиена и санитария*. – 2016. – Т. 95. – № 2. – С. 207–211. (объем 0,6 п.л., авт. вклад 60%) [Импакт-фактор Scopus CiteScore = 0,8; Импакт-фактор РИНЦ = 1,061].

15. Пашкевич Е.Б., Верховцева Н.В., Фастовец И.А., Жеребин П.М., **Крутяков Ю.А.** Влияние фолитарной обработки роз наносеребром в условиях защищенного грунта на биохимические и антистрессовые механизмы в растениях // *Агрохимия*. – 2016. – № 9. – С. 56–61. (объем 0,8 п.л., авт. вклад 60%) [Импакт-фактор РИНЦ = 1,114].

16. Zakharova O.V., Gusev A.A., Zherebin P.M., Skripnikova E.V., Skripnikova M.K., Ryzhikh V.E., Lisichkin G.V., Shapoval O.A., Bukovskii M.E., **Krutyakov Yu.A.** Sodium tallow amphopolycarboxyglycinate-stabilized silver nanoparticles suppress early and late blight of *Solanum lycopersicum* and stimulate the growth of tomato plants // *BioNanoScience*. – 2017. – Vol. 7. – № 4. – P. 692–702. (объем 1,25 п.л., авт. вклад 60%) [Импакт-фактор WoS JIF = 3,1].

17. **Krutyakov Yu.A.**, Kudrinsky A.A., Gusev A.A., Zakharova O.V., Klimov A.I., Yapryntsev A.D., Zherebin P.M., Shapoval O.A., Lisichkin G.V. Synthesis of positively charged hybrid PHMB-stabilized silver nanoparticles: the search for a new type of active substances used in plant protection products // *Materials Research Express*. – 2017. – Vol. 4. – № 7. – P. 075018-1–075018-16. (объем 1,75 п.л., авт. вклад 80%) [Импакт-фактор WoS JIF = 1,8].

18. Kutuzova I.A., Kokaeva L.Yu., Pobedinskaya M.A., **Krutyakov Yu.A.**, Skolotneva E.S., Chudinova E.M., Elansky S.N. Resistance of *Helminthosporium solani* strains to the fungicides applied for tuber treatment // *Journal of Plant Pathology*. – 2017. – Vol. 99. – № 3. – P. 635–642. (объем 0,9 п.л., авт. вклад 25%) [Импакт-фактор WoS JIF = 2,2].

19. **Krutyakov Yu.A.**, Kudrinskiy A.A., Zherebin P.M., Lisichkin G.V. Correlation between the rate of silver nanoparticle oxidation and their biological activity: the role of the capping agent // *Journal of Nanoparticle Research*. – 2019. – Vol. 21. – № 4. – P. 69–169-17. (объем 2,0 п.л., авт. вклад 80%) [Импакт-фактор WoS JIF = 2,1].
20. Abramenko N., Demidova T.B., **Krutyakov Yu.A.**, Zherebin P.M., Krysanov E.Y., Kustov L.M., Peijnenburg W. The effect of capping agents on the toxicity of silver nanoparticles to *Danio rerio* embryos // *Nanotoxicology*. – 2019. – Vol. 13. – № 1. – P. 1–13. (объем 1,7 п.л., авт. вклад 30%) [Импакт-фактор WoS JIF = 3,6].
21. Kudrinskiy A.A., Zherebin P.M., Gusev A.A., Shapoval O.A., Pyee J., Lisichkin G.V., **Krutyakov Yu.A.** New relevant descriptor of linear QNAR models for toxicity assessment of silver nanoparticles // *Nanomaterials*. – 2020. – Vol. 10. – № 8. – P. 1459–1–1459-22. (объем 2,6 п.л., авт. вклад 60%) [Импакт-фактор WoS JIF = 4,4].
22. **Krutyakov Yu.A.**, Kudrinskiy A.A., Kuzmin V.A., Pyee J., Gusev A.A., Vasyukova I.A., Zakharova O.V., Lisichkin G.V. In vivo study of entero- and hepatotoxicity of silver nanoparticles stabilized with benzyldimethyl-[3-myristoylamine)-propyl]ammonium chloride (miramistin) to CBF1 mice upon enteral administration // *Nanomaterials*. – 2021. – Vol. 11. – № 2. – P. 332-1–332-23. (объем 2,6 п.л., авт. вклад 70%) [Импакт-фактор WoS JIF = 4,4].
23. Хина А.Г., **Крутяков Ю.А.** Сходство и различия в механизме антибактериального действия ионов и наночастиц серебра // *Прикладная биохимия и микробиология*. – 2021. – Т. 57. – № 6. – С. 523–535 (объем 1,4 п.л., авт. вклад 50%) [Импакт-фактор РИНЦ = 1,681] (Khina A.G., **Krutyakov Y.A.** Similarities and differences in the mechanism of antibacterial action of silver ions and nanoparticles // *Applied Biochemistry and Microbiology* – 2021. – Vol. 57. – № 6. – P. 683–693 (объем 1,2 п.л., авт. вклад 60%) [Импакт-фактор WoS JIF = 1,0]).
24. **Krutyakov Yu.A.**, Mukhina M.T., Shapoval O.A., Zargar M. Effect of foliar treatment with aqueous dispersions of silver nanoparticles on legume-rhizobium symbiosis and yield of soybean (*Glycine max* L. Merr.) // *Agronomy*. – 2022. – Vol. 12. – № 6. – P. 1473-1–1473-16. (объем 2,0 п.л., авт. вклад 80%) [Импакт-фактор WoS JIF = 3,3].
25. **Крутяков Ю.А.**, Хина А.Г. Лекарственная устойчивость бактерий к действию наносеребра: молекулярные механизмы и возможные пути преодоления // *Прикладная биохимия и микробиология*. – 2022. – Т. 58. – № 5. – С. 419–433. (объем 1,6 п.л., авт. вклад 75%) [Импакт-фактор РИНЦ = 1,681] (**Krutyakov Yu.A.**, Khina A.G. Bacterial resistance to nanosilver: molecular mechanisms and possible ways to overcome them // *Applied Biochemistry and Microbiology*. – 2022. – Vol. 58. – № 5. – P. 493–506. (объем 1,8 п.л., авт. вклад 75%) [Импакт-фактор WoS JIF = 1,0]).
26. Abramenko N.B., Semenova M.N., Khina A.G., Zherebin P.M., **Krutyakov Yu.A.**, Krysanov E.Y., Kustov L.M. The toxicity of coated silver nanoparticles and their stabilizers towards *Paracentrotus lividus* sea urchin embryos // *Nanomaterials*. – 2022. –

Vol. 12. – № 22. – P. 4003-1–4003-13. (объем 1,4 п.л., авт. вклад 25%) [Импакт-фактор WoS JIF = 4,4].

27. **Крутяков Ю.А.**, Хина А.Г., Мухина М.Т., Шаповал О.А., Лисичкин Г.В. Влияние обработок препаратами коллоидного серебра, стабилизированного полигексаметилен бигуанидом, на урожайность и биохимические показатели картофеля в условиях полевого опыта // Российские нанотехнологии. – 2023. – Т. 18. – № 3. – С. 337–345. (объем 1,0 п.л., авт. вклад 80%) [Импакт-фактор РИНЦ = 0,740] (**Krutyakov Yu.A.**, Khina A.G., Mukhina M.T., Shapoval O.A., Lisichkin G.V. Effect of treatment with colloidal silver dispersions stabilized with polyhexamethylene biguanide on the yield and biochemical parameters of potato plants in a field trial // Nanobiotechnology Reports. – 2023. – Vol. 18. – № 3. – P. 362–370. (объем 1,0 п.л., авт. вклад 80%) [Импакт-фактор WoS JIF = 0,5]).

28. Хина А.Г., Лисичкин Г.В., **Крутяков Ю.А.** Влияние наночастиц серебра на физиологию высших растений // Физиология растений. – 2024. – Т. 71. – № 6. – С. 666–696. (объем 3,7 п.л., авт. вклад 80%) [Импакт-фактор РИНЦ = 1,556] (Khina A.G., Lisichkin G.V., **Krutyakov Yu.A.** Effect of Silver Nanoparticles on the Physiology of Higher Plants // Russian Journal of Plant Physiology. – 2024. – Vol. 71. – № 6. – P. 169-1–169-29. (объем 3,7 п.л., авт. вклад 80%) [Импакт-фактор WoS JIF = 1,1]).

Патенты на изобретение:

1. **Патент № 037446 Евразийский патент, МПК А01N 33/02, А01N 59/16, А01N 25/02, А01N 25/04, А01P 21/00, В82Y 30/00.** Стимулятор роста растений на основе серебра и хлорида серебра: №201800568: заявл. 14.11.2018: опубл. 03.29.2021/ **Крутяков Ю.А.**, Кудринский А.А., Жеребин П.М. – 6 с.: (Объем 0,75 п.л., вклад 80%).

2. **Патент № 048172 Евразийский патент, МПК А61К 33/38, А61К 31/14, А61К 9/14, А61L 2/22, А61L 2/23, А61P 31/04, В01J 8/00, В01F 23/40.** Антибактериальный препарат: №202391697: заявл. 15.06.2023: опубл. 31.10.2024/ **Крутяков Ю.А.**, Кудринский А.А. – 10 с.: (Объем 1,25 п.л., вклад 80%).

3. **Патент № ZL201280076486.6 Китайская Народная Республика, МПК А01N 33/02, А01N 25/02, А01N 25/04, А01N 59/00, А01P 3/00.** 生长刺激物以及刺激植物生长和发育的方法 (Стимулятор роста и способ стимуляции роста растений): №201280076486.6: заявл. 19.10.2012: опубл. 28.10.2015/ Denisov A.N., **Krutyakov Yu. A.**, Kudrinskiy A.A. – 12 с.: (Объем 1,5 п.л., вклад 80%).

4. **Патент № 10 717 661 Соединенные Штаты Америки, МПК С02F 1/50, В82Y 30/00, А61L 2/18, С02F 103/42, А61К 33/38.** Antiseptic formulation and its use: №15/502 762: заявл. 14.09.2017: опубл. 21.07.2020/ Denisov A.N., **Krutyakov Yu. A.**, Kudrinskiy A.A., Zherebin P.M., Klimov A.I. – 7 с.: (Объем 0,9 п.л., вклад 50%).

5. **Патент № 037437 Евразийский патент, МПК А01N 33/02, А01N 59/16, А01N 25/02, А01N 25/04, А01P 21/00, В82Y 30/00.** Способ стимуляции роста и развития

растений: №201800566: заявл. 14.11.2018: опубл. 29.03.2021/ **Крутяков Ю.А.**, Кудринский А.А., Жеребин П.М. – 9 с.: (Объем 1,1 п.л., вклад 80%).

6. Патент № 038857 Евразийский патент, МПК A01N 59/00, A01N 47/44, A01N 47/28, A01N 25/22, A01P 21/00. Стимулятор роста и развития растений: № 201800567: заявл. 14.11.2018: опубл. 29.05.2020/ **Крутяков Ю.А.**, Кудринский А.А., Жеребин П.М. – 15 с.: (Объем 1,9 п.л., вклад 80%).

7. Патент № 2 419 439 Российская Федерация, МПК A61K 33/38, A61K 31/14, A61P 17/02. Антибактериальный препарат и способ его получения: №2009139877/15: заявл. 29.10.2009: опубл. 27.05.2011/ **Крутяков Ю.А.**, Кудринский А.А., Лисичкин Г.В., Вертелов Г.К., Мажуга А.Г. – 12 с.: (Объем 1,5 п.л., вклад 80%).

8. Патент № 2 427 380 Российская Федерация, МПК A61K 33/38, A61K 31/14, A61L 2/16, A61P 17/02. Дезинфицирующее средство для обработки кожных покровов: №2009143337/15: заявл. 25.11.2009: опубл. 27.08.2011/ **Крутяков Ю.А.**, Кудринский А.А., Оленин А.Ю., Лисичкин Г.В. – 8 с.: (Объем 1,0 п.л., вклад 80%).

9. Патент № 2 480 203 Российская Федерация, МПК A61K 31/00, A61K 33/38, A61K 31/14, A61K 31/19, A61P 31/04. Антибактериальная композиция и способ ее получения: №2011115849/15: заявл. 22.04.2011: опубл. 27.04.2013/ **Крутяков Ю.А.**, Лисичкин Г.В., Кудринский А.А. – 8 с.: (Объем 1,0 п.л., вклад 80%).

10. Патент № 2 668 331 Российская Федерация, МПК A01N 25/00, A01N 59/00, A01N 33/02, A01P 21/00. Способ увеличения белка в бобах сои: №2017123403: заявл. 04.07.2017: опубл. 28.09.2018/ **Крутяков Ю.А.**, Кудринский А.А. – 7 с.: (Объем 0,9 п.л., вклад 80%).

11. Патент № 2 658 847 Российская Федерация, МПК A61K 31/14, A61K 33/38, A61P 31/02, A61P 31/04. Антисептический ветеринарный препарат: №2016130965: заявл. 28.07.2016: опубл. 25.06.2018/ **Крутяков Ю.А.**, Кудринский А.А. – 8 с.: (Объем 1,0 п.л., вклад 80%).

На автореферат диссертации поступило 10 дополнительных отзывов, все положительные.

Выбор официальных оппонентов обусловлен их высокой научной квалификацией, компетентностью и наличием публикаций в области биотехнологии.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание учёной степени доктора химических наук является научно-квалификационной работой, в которой по результатам выполненных автором исследований содержится решение задачи, имеющей важное значение для развития биотехнологии, а именно:

проведено комплексное, широкомасштабное и практикоориентированное исследование стабилизированных наночастиц серебра, включающее разработку методов получения наночастиц с использованием перспективных стабилизаторов новых химических классов, изучение коллоидно-химических характеристик получаемых материалов, оценку воздействия разработанных или готовых к промышленному внедрению дисперсий металлических наночастиц с учетом

функционализации их поверхности на широком спектре видов микроорганизмов, лабораторных и целевых животных, сельскохозяйственных растений как в модельных, так и в реальных полевых производственных экспериментах в почвенно-климатических зонах широкой географии с использованием различных способов внесения и применением методов экологического контроля.

Диссертационный совет отмечает, что в диссертации решена проблема, имеющая важное хозяйственное значение для отечественного агропромышленного сектора, а также изложены новые научно обоснованные технологические решения по производственному применению функционализированных наночастиц серебра, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие Российской Федерации. Актуальные задачи, связанные с получением функционализированных наночастиц серебра с высокой коллоидной стабильностью и биологической активностью, изучением их свойств и поиском производственных применений были успешно решены в ходе проводимого исследования и несомненно имеют важное научно-практическое значение для развития отечественного агробиотехнологического сектора в сельскохозяйственном производстве, ветеринарной медицине и других отраслях.

Содержание диссертации соответствует критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении учёных степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку:

1. Использование для стабилизации наночастиц серебра соединений новых классов и новых соединений из числа известных классов стабилизаторов – полиалкилгуанидинов, амфополикарбоксиглицинатов, сульфированных полианилинов, некоторых четвертичных аммонийных соединений и др. позволяет получать дисперсии наночастиц серебра с заданной контролируемой дисперсностью, коллоидной стабильностью и составом поверхности частиц.

2. Использование амфополикарбоксиглицината натрия для стабилизации наночастиц серебра позволяет получать агрегативно устойчивые дисперсии с высокими концентрациями наночастиц в гидрозоле. Такие дисперсии отличаются уникальными характеристиками – высокой коллоидной стабильностью по отношению к самопроизвольной коагуляции при хранении, действию однозарядных электролитов, способностью к редиспергированию в водной среде как после высушивания, так и после как минимум двадцати циклов заморозки-разморозки.

3. Применение фотохимического воздействия в процессе формирования наночастиц и нанокомпозитов на основе серебра позволяет получать коллоидные системы с контролируемым распределением наночастиц по размерам. Это становится возможным благодаря квазиравновесности процесса восстановления, обусловленной наличием конкурирующих стадий фотофрагментации крупных

агломератов металла и роста более мелких частиц, происходящих под действием УФ-света.

4. Наночастицы серебра, функционализированные биологически активными стабилизаторами новых химических классов и новыми соединениями из числа известных классов стабилизаторов – полиалкилгуанидинов, амфополикарбоксиглицинатов, некоторых четвертичных аммонийных соединений и др., демонстрируют высокую антимикробную активность в отношении патогенных бактерий и грибов, которая способна неаддитивно увеличиваться при совместном применении дисперсий с антибактериальными препаратами и фунгицидами.

5. Воздействие наночастиц серебра совместно с ионами Ag^+ на дрожжевые клетки *S. cerevisiae* приводит к возникновению уникального молекулярно-биологического профиля отклика, отвечающего за формирование адаптивной реакции, отличной от воздействия только ионного серебра или находящихся в избытке восстановителя дисперсий наноразмерного металла с неоокисленной поверхностью.

6. Природа стабилизатора наночастиц серебра оказывает влияние на кинетику формирования ионов Ag^+ при окислении нуль-валентного металла различными химическими формами кислорода. В свою очередь, скорость образования ионов серебра определяет биологическую активность дисперсий наночастиц.

7. При построении релевантных моделей QNAR для оценки токсичности наночастиц серебра необходимо учитывать ζ -потенциал наночастиц, а также, по крайней мере, один показатель, отражающий агрегативную устойчивость дисперсий наночастиц, которым может выступать некоторая модельная характеристика дисперсии, например, максимальная концентрация коагулирующего агента, при которой дисперсия еще сохраняет свою агрегативную устойчивость.

8. Фолиарные обработки водными дисперсиями поверхностно функционализированных наночастиц серебра оказывают положительное влияние на биохимические параметры, формирование индуцированной устойчивости и увеличивают урожайность высших растений.

9. Лекарственный препарат, разработанный на основе наночастиц серебра, стабилизированных хлоридом бензилдиметил[3-(миристоиламино)пропил]-аммония, обладает высокой терапевтической эффективностью и безопасностью при лечении коров с острым и хроническим послеродовым эндометритом, а также при лечении мелких домашних (непродуктивных) животных с инфекционно-воспалительными заболеваниями слизистых оболочек и кожных покровов.

10. Пестициды, содержащие в качестве действующего вещества функционализированные наночастицы серебра, обладают высокой биологической эффективностью в части защиты и стимуляции роста растений, низкой токсичностью в отношении теплокровных, а также несут низкие экологические риски при широкомасштабном применении в условиях сельскохозяйственного производства. На заседании 13 мая 2025 года диссертационный совет принял решение

присудить Крутякову Юрию Андреевичу учёную степень доктора химических наук по специальности 1.5.6. Биотехнология.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 5 докторов наук по специальности 1.5.6. Биотехнология, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовал: за 16, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Председатель диссертационного совета
д.х.н., проф., член-корр. РАН
Варфоломеев С.Д.

Ученый секретарь диссертационного совета,
к.х.н.
Сакодынская И.К.

Москва, 13 мая 2025 года