

ВЛИЯНИЕ БАКТЕРИЗАЦИИ СЕМЯН ПШЕНИЦЫ НА АКТИВНОСТЬ ОКСИДАЗ В РАСТЕНИЯХ ПРИ ФИТОПАТОГЕННОЙ НАГРУЗКЕ

О.М. МИНАЕВА^{1, 2}, кандидат биологических наук, доцент

М.В. АПЕНЫШЕВА¹, магистрант

Е.Е. АКИМОВА^{1, 2}, кандидат биологических наук, доцент, старший научный сотрудник

П.А. БЛИНОВА², младший научный сотрудник

А.В. КУРОВСКИЙ¹, кандидат биологических наук, доцент
¹Томский государственный университет, пр. Ленина, 36, Томск, 634050, Россия

²Сибирский НИИСХиТ, ул. Гагарина, 3, Томск, 634050, Россия

E-mail: mom05@mail.ru

Резюме. Исследовано влияние ризосферных бактерий на активность полифенолоксидазы и пероксидазы пшеницы в условиях фитопатогенной нагрузки как механизма формирования устойчивости растений к патогену в лабораторных условиях. Бактеризацию семян осуществляли псевдомонадами трех видов: *Pseudomonas* sp. B-6798, *P. aureofaciens* BS 1393 и *P. fluorescens* AP-33. Бактерии инокулировали из расчета 1×10^6 клеток/семя. В качестве инфекционной нагрузки в экспериментах использовали культуру гриба *Fusarium oxysporum*. Активность оксидаз оценивали методом титрования в ацетатном буфере. При отсутствии фитопатогенной нагрузки после бактеризации в надземной части растений возрастала активность полифенолоксидазы. Уровень, в 6 раз превышающий контрольные показатели, отмечен в варианте с инокуляцией *Pseudomonas* sp. B-6798 ($p < 0,05$). В присутствии *F. oxysporum* в корнях растений без интродукции бактерий активность этого фермента увеличивалась, по сравнению с вариантами без фитопатогена, в 2,5 раза. У инокулированных растений активность полифенолоксидазы в корнях практически не изменялась, по сравнению с аналогами в экосистемах без фитопатогена. Активность пероксидазы в отсутствие фитопатогенной нагрузки после бактеризации семян возрастала. При этом для *Pseudomonas* sp. B-6798 отмечено ее увеличение в корневой части растений (в 2,5 раза), а для остальных изученных штаммов – в листьях (в 2-2,4 раза). В присутствии *F. oxysporum* у контрольных растений активности пероксидаз в надземной части повышалась, в корнях – уменьшалась. В случае бактеризации семян величина этого показателя в корнях превышала контроль в 1,6-2 раза. На основании полученных данных об изменении активности изученных ферментов в бактеризованных растениях в лабораторных экспериментах можно провести скрининг биологических средств защиты растений от возбудителей корневых гнилей пшеницы, отдавая предпочтение штаммам, увеличивающим активность пероксидаз в корневой системе растений.

Ключевые слова: индуцированная устойчивость, ризобактериальная системная резистентность, фузариоз, пероксидазы, полифенолоксидаза, бактеризация семян, фитопатогены.

Для цитирования: Влияние бактеризации семян пшеницы на активность оксидаз в растениях при фитопатогенной нагрузке / О.М. Минаева, М.В. Апенешева, Е.Е. Акимова, П.А. Блинова, А.В. Куровский // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 6. С. 53-56.

Индуцированная резистентность растений – это природная генотипически обусловленная устойчивость, активизирующаяся под влиянием различных факторов биотической и абиотической природы. В процессе ее индуцирования начинается синтез белков, связанных с патогенезом, – PR-белков [1, 2]. Они реализуют механизм защиты клеток, обуславливающий образование активных форм кислорода, высвобождение которого называют «окислительным взрывом». К 9-му классу PR-белков относится пероксидаза, обнаруженная в различных компартментах клетки в виде растворимой фракции, а также в формах, связанных с клеточной стенкой и мембранами

[3, 4]. Динамика ее активности коррелирует с развитием устойчивости растений. Известно, что у резистентных сортов количество пероксидаз в растительных клетках выше, чем у восприимчивых [2, 5, 6]. Большую роль в устойчивости растений к вредителям и болезням играют также полифенолоксидаза и фенольные соединения [6-8].

Рядом авторов показано, что колонизирующие ризосферу бактерии *Pseudomonas* spp. обладают способностью повышать резистентность растения-хозяина к патогенам [9-12]. Однако механизмы этого процесса до конца не изучены.

Цель нашей работы – оценка влияния бактеризации семян пшеницы на активность полифенолоксидазы и пероксидаз в условиях фитопатогенной нагрузки, а также изучение механизма формирования устойчивости растений к патогену.

Условия, материалы и методы. Эксперименты проводили на базе лаборатории экологической и сельскохозяйственной биотехнологии Томского государственного университета (ТГУ) с марта по июнь 2014 г. Продолжительность опыта от инокуляции бактерий до определения активности ферментов 21 сут.

Для бактеризации семян пшеницы использовали три вида псевдомонад: *Pseudomonas* sp. B-6798, *P. aureofaciens* BS 1393 (активное начало биопрепарата «Псевдобактерин-2») и *P. fluorescens* AP-33 (активное начало биопрепарата «Планриз»), полученные из музея культур кафедры экологической и сельскохозяйственной биотехнологии ТГУ. Указанные микроорганизмы обладают способностью к подавлению роста и развития широкого круга фитопатогенных микроорганизмов [13-15]. В качестве инфекционной нагрузки в экспериментах использовали выделенный с зерен пшеницы гриб *Fusarium oxysporum*, возбудитель трахеомикозного увядания и корневых гнилей широкого круга растений [16]. В ранее проведенных исследованиях по отработке методики выращивания пшеницы (сорт Иргина) в условиях фитопатогенной нагрузки *F. oxysporum* показал устойчивое ингибирующее влияние на рост и развитие растений, некоторое угнетение всхожести семян и наличие у проростков пшеницы признаков корневой гнили. Однако на протяжении эксперимента в его присутствии не наблюдали полную гибель растений, что позволило оценить влияние фитопатогена на изменение активности ферментов у проростков пшеницы в вариантах с инфекционной нагрузкой.

Активность оксидаз оценивали методом титрования в ацетатном буфере.

Для определения активности полифенолоксидазы навеску растительного материала (400 мг) гомогенизировали в ацетатном буфере (10 мл), спустя 30 мин вытяжку отфильтровывали, разделяли на две половины и одну из них кипятили для получения контрольного раствора. В две колбы наливали по 3 мл воды, 2 мл аскорбиновой кислоты и 1 мл пирокатехина. В одну колбу добавляли 1 мл некипяченого фильтрата, в другую – 1 мл кипяченого, перемешивали в течение 2 мин и останавливали реакцию фосфорной кислотой. Добавляли в колбы по 3 капли раствора крахмала и титровали раствором йода до появления синей окраски. Расчет активности полифенолоксидазы осуществляли по формуле:

$$A = 10 \times \Delta V \times 5 / m \times 2,$$

где 10 – коэффициент для учета всего объема вытяжки; ΔV – средняя разность между результатами титрования контрольной (кипяченой) и опытной вытяжек, мл; 5 – коэффициент для расчета количества молекул субстрата, превращаемых ферментом, мкмоль/мл; m – навеска, г; 2 – время реакции, мин.

Ферментативная активность (А) показывает, какое количество субстрата фермент способен в течение одной минуты превратить в продукт, содержащийся в 1 г растительного материала (мкмоль субстрата/г×мин).

При определении активности пероксидаз, использовали прокипяченные и некипяченные вытяжки, полученные в ходе определения активности полифенолоксидазы. В две колбы наливали по 3 мл воды, 2 мл аскорбиновой кислоты, 1 мл пирокатехина, 1 мл H_2O_2 . Все остальное осуществляли по ранее изложенной методике. Для получения показателя активности пероксидаз от величины, вычисленной с использованием ранее приведенной формулы, отнимали величину активности полифенолоксидазы [17].

Влияние бактеризации семян на активность изучаемых ферментов в присутствии фитопатогена изучали на модели простейшей наземной экосистемы, состоящей из четырех звеньев: стерильный песок в вегетационных сосудах – растение-хозяин –

бактериальные штаммы – фитопатогенный гриб [14]. Предварительно обработанные 70%-ным этанолом в течение 3 мин семена промывали стерилизованной водой и проращивали во влажной камере при температуре $24 \pm 0,5$ °C. После появления зародышевого корешка, длиной 1 мм, семена повторно обрабатывали этанолом, промывали стерилизованной водой и помещали в сосуды, заполненные крупным также стерилизованным речным

песком и равномерно увлажненные стерильным раствором Кнопа для гидропонных культур. Бактеризацию семян проводили суспензиями опытных штаммов бактерий из расчета 1×10^6 клеток/семя. Контролем в экспериментах служили растения, выращенные без инокуляции семян бактериальными суспензиями. Для фитопатогенной нагрузки использовали агаровые пластины с 14-и суточной культурой мицелия гриба *F. oxysporum*, которые нарезали ленточками и помещали в рядки с семенами с последующей заделкой в песок. В лабораторных опытах пшеницу выращивали в фитокамерах при освещении в течение 12 ч и температуре $24 \pm 0,5$ °C.

Выборка – 60 растений на вариант. Повторность опыта 3-кратная. Измерения проводили 3-4 раза в усредненном образце, полученном со всех растений каждого варианта и каждой повторности. В результате на вариант приходилось 9-12 определений активности изучаемых ферментов.

Полученные данные обрабатывали с помощью пакета StatSoft STATISTICA 6.0 и представляли в виде средней арифметической с доверительным интервалом. Варианты сравнивали по критерию Стьюдента для 95% уровня значимости ($p < 0,05$).

Результаты и обсуждение. Общеизвестно, что пероксидазы, полифенолоксидаза и фенольные соединения играют большую роль в устойчивости растений к вреди-

телям и болезням [6-8]. Так, заражение тканей растения спорами гриба вызывает усиленное дыхание, одновременно резко возрастает активность полифенолоксидазы. Устойчивым сортам свойственна также высокая пероксидазная активность [18]. У инфицированных растений резистентных сортов она больше, чем у пораженных растений восприимчивых сортов и здоровых растений любых сортов. Динамика активности пероксидазы коррелирует с развитием устойчивости растений к абиотическим и биотическим стрессам. Лигнификация, которую катализирует пероксидаза, играет чрезвычайно важную роль в защите растительных тканей от фитопатогенов. Образующийся при этом механический барьер ограничивает водный обмен и поступление питательных веществ в зону проникновения патогенных микроорганизмов [8, 18-20].

В нашем опыте при бактеризации семян без фитопатогенной нагрузки активность полифенолоксидазы возрастала в надземной части растений (см. таблицу). Наибольший ее уровень отмечен в варианте с *Pseudomonas* sp. B-6798, когда активность фермента была выше, чем в контроле, в 6 раз ($p < 0,05$). В корнях растений бактеризованных *P. aureofaciens* BS 1393 также наблюдали ее достоверное увеличение. В то же время активность полифенолоксидазы в корнях в варианте с инокуляцией бактериями *P. fluorescens* AP-33 существенно снижалась.

Таблица. Влияние бактеризации семян пшеницы на активность оксидаз в растениях с фитопатогенной нагрузкой и без патогена (Эксперимент в условиях модельных экосистем)

Вариант	Активность ферментов, мкмоль субстрата/г×мин			
	полифенолоксидаза		пероксидазы	
	надземные органы	корни	надземные органы	корни
Без фитопатогенной нагрузки				
Контроль	25,0±15,1	51,2±22,0	15,7±2,4	46,2±12,5
<i>Pseudomonas</i> sp. B-6798	159,4±46,8*	28,1±15,6	6,2±0,4*	115,6±49,3*
<i>P. aureofaciens</i> BS 1393	64,6±21,7*	75,0±33,0*	37,5±13,0*	50,0±13,0
<i>P. fluorescens</i> AP-33	58,3±22,0	6,2±0,5*	31,2±6,5*	56,2±15,5
Фитопатогенная нагрузка (<i>Fusarium oxysporum</i>)				
Контроль	62,5±20,0	125,0±12,5	62,5±20,0	25,6±7,0
<i>Pseudomonas</i> sp. B-6798	65,6±28,1	25,0±5,0*	56,2±15,0	55,0±15,0*
<i>P. aureofaciens</i> BS 1393	60,4±35,6	21,9±3,1*	64,5±7,5	46,9±24,3
<i>P. fluorescens</i> AP-33	50,0±37,5	9,4±3,1*	31,2±6,5*	40,6±20,8

* – статистически значимые различия с контролем ($p < 0,05$).

В присутствии *F. oxysporum* в корнях растений, не подвергавшихся бактериальной интродукции, активность полифенолоксидазы возрастала в 2,5 раза, по сравнению с контрольными. В вариантах с бактеризацией, в тех же условиях, она практически не изменялась, и была близка к таковой у бактеризованных растений в экосистемах без фитопатогена. Исключение составил вариант с *P. aureofaciens* BS 1393, в котором наблюдали снижение активности фермента. В надземной части растений, в присутствии *F. oxysporum*, уровень полифенолоксидазы в контроле также возрастал, а при бактеризации *P. aureofaciens* BS 1393 и *P. fluorescens* AP-33 не изменялся, по сравнению с активностью фермента в экосистемах без фитопатогена. Для варианта с бактеризацией *Pseudomonas* sp. B-6798 отмечено снижение активности полифенолоксидазы до контрольных значений, по сравнению с ростом у бактеризованных растений без фитопатогенной нагрузки.

Данные об активности пероксидаз пшеницы показывают, что, как и для полифенолоксидазы, в отсутствии фитопатогенной нагрузки при бактеризации семян наблюдается активизация этой группы ферментов. При этом для *Pseudomonas* sp. B-6798 количество пероксидаз увеличилось в корневой части растений, а для остальных рассмотренных штаммов – в надземной.

При наличии в экосистеме гриба *F. oxysporum* у контрольных растений пшеницы отмечено повышение активности пероксидаз в надземной части и некоторое ее уменьшение в корнях.

В случае бактериализации семян в условиях фитопатогенной нагрузки, активность пероксидаз в корнях пшеницы практически не изменялась, по сравнению бактеризованными растениями без *F. oxysporum*, и оставалась на уровне, превышающем показатели в контроле. В варианте с *Pseudomonas* sp. B-6798 наблюдали снижение активности этой группы ферментов в корнях в присутствии фитопатогена, однако она оставалась на уровне, значимо превышающем показатели в контроле ($p < 0,05$). Кроме того, именно в этом варианте бактериализации ранее было отмечено минимальное количество растений с симптомами заболевания [17]. В целом активность пероксидазы повышалась преимущественно в корнях и наблюдалась ярко выраженная реакция на присутствие фитопатогена. Таким образом, можно заключить, что именно ее увеличение в корневой системе дает растениям большее преимущество в формировании резистентности, чем рост активности полифенолоксидазы.

Анализ активности пероксидаз в надземной части растений показал, что после бактериализации, так же как в контроле, она возрастала в присутствии фитопатогена, что соответствует литературным сведениям о роли пероксидаз в формировании резистентности к возбудителям заболеваний. Исключение составлял вариант с обработкой штаммом *P. fluorescens* AP-33, в котором активность ферментов практически не изменялась.

Литература.

1. Алимova Ф.К. Промышленное применение грибов рода *Trichoderma*. Казань: Казанский гос. ун-т, 2006. 209 с.
2. Перфильева А.И., Рымарева Е.В. РР-белки растений при бактериальном патогенезе // Актуальные вопросы аграрной науки. 2013. № 6. С. 1–6.
3. Савич И.М. Пероксидазы – стрессовые белки растений // Успехи совр. биол. 1989. Т. 107. С. 406–417.
4. Activity and isoforms of peroxidases, lignin and anatomy, during adventitious rooting in cuttings of *Ebenus cretica* L. / T. Syros, T. Yupsanis, H. Zafiriadis, A. Economou // Plant Physiol. 2004. Vol. 161. P. 69–77.
5. Jabs T., Tschope M., Colling C. Elicitor-stimulated ion fluxes and O₂ from the oxidative burst are essential components in triggering defense gene activation and phytoalexin synthesis in parsley // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 1997. Vol. 94. P. 4800–4805.
6. Механизмы индукции резистентности растений к фитопатогенам гуминовыми веществами / С.Н. Удинцев, Т.И. Бурмирова, А.В. Заболоцкая, Т.П. Жилыкова // Вестн. Томского гос. ун-та. Биология. 2011. № 4 (16). С. 100–107.
7. Passardi F., Zamocky M., Favet J. Phylogenetic distribution of catalase-peroxidases: are these patches of order in chaos? // Gene. 2007. Vol. 397. P. 101–113.
8. Томилини М.В., Олюнина Л.Н., Веселов А.П. Изменение активности пероксидаз апопласта проростков пшеницы в процессе деэтиляции // Вестник Нижегородского ун-та, 2010. № 2. С. 596–601.
9. Van Peer R., Niemann G.J., Schippers B. Induced resistances and phytoalexin accumulation in biological control of fusarium wilt of carnation by *Pseudomonas* sp. strain WCS417r // Phytopathology. 1991. Vol. 91. P. 728–734.
10. Wei G., Kloepper J.W., Tuzun S. Induction of systemic resistance of cucumber to *Colletotrichum orbiculare* by select strains of plant-growth promoting rhizobacteria // Phytopathology. 1991. Vol. 81. P. 1508–1512.
11. Insight of the pseudomonads fluorescent ??? in plant growth regulation / D.K. Choudhary, A. Prakash, V. Wray, B.N. Johri // Current Science. 2009. Vol. 97. № 2. P. 170–179.
12. Rhizobacterial mediation of plant hormone status / I.C. Dodd, N.Y. Zinovkina, V.I. Safronova, A.A. Belimov // Ann. Appl. Biol. 2010. Vol. 157. P. 361–379.
13. Акимова Е.Е., Минаева О.М. Влияние бактерий *Pseudomonas* sp. B-6798 на фитопатологическое состояние картофеля в полевых экспериментах // Вестн. Томского гос. ун-та. Биология. 2009. № 2 (6). С. 42–47.
14. Minaeva O.M., Akimova E.E. Effectiveness of applying bacteria *Pseudomonas* sp., strain B-6798, for anti-phytopathogenic protection of crops in Western Siberia // Вестн. Томского гос. ун-та. Биология. 2013. № 3 (23). С. 19–37.
15. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. М.: Минсельхоз России, 2013. 708 с.
16. Фузариоз зерновых культур / Т.Ю. Гагкаева, О.П. Гаврилова, М.М. Левитин, К.В. Новожилов // Приложение к журналу «Защита и карантин растений», 2011. № 5, 52 с.
17. Асамов Д.К., Рахимова С.Т. К методике определения активности аскорбатоксидазы, полифенолоксидазы и пероксидазы // Актуальные вопросы физиологии, биохимии и биотехнологии: сб. науч. статей. Ташкент: Изд-во ТГУ, 1991. С. 122–126.
18. Семенова Е.А., Титова С.А., Дубовицкая Л.К. Активность ферментов у сортов сои с различной степенью устойчивости к септориозу // Достижения науки и техники АПК. 2012. Т. 26. № 4. С. 24–26.
19. Образование пероксида водорода в листьях пшеницы, инфицированных штаммами гриба *Septoria nodorum* с различной вирулентностью / И.В. Максимов, А.Ш. Валеев, Е.А. Черепанова, Л.Г. Яруллина // Прикладная биохимия и микробиология. 2009. Т. 45, № 4. С. 481–486.
20. Чесноков Ю.В. Устойчивость растений к патогенам // Сельскохозяйственная биология. 2007. № 1. С. 16–35.

INFLUENCE OF WHEAT SEED INOCULATION ON OXIDASE ACTIVITY IN PLANTS UNDER PHYTOPATHOGENIC LOAD

O.M. Minaeva¹, M.V. Apenysheva¹, E.E. Akimova^{1,2}, P.A. Blinova², A.V. Kurovskiy¹

¹Tomsk State University, 36, Lenina Avenue, Tomsk, 634050, Russia

²Siberian Research Institute of Agriculture and Peat, Gagarina Str., 3, Tomsk, 634050, Russia

Summary. We investigated the effect of rhizosphere bacteria on the activity of polyphenol oxidase and peroxidases of wheat under phytopathogenic load as a mechanism of formation of plant resistance to pathogens under laboratory conditions. Three types of bacteria

were used for inoculation of wheat seeds: *Pseudomonas* sp. B-6798, *P. aureofaciens* BS 1393 and *P. fluorescens* AP-33. Bacteria were inoculated in quantity 1×10^6 cell/seed. The culture of the fungus *Fusarium oxysporum* was used as the infection load in the experiments. The oxidase activity was assessed by the titration in the acetate buffer. In the absence of phytopathogenic load after the inoculation, the activity of polyphenol oxidase increased in aboveground parts of plants. The level 6 times higher than control values was registered in the variant with inoculation by *Pseudomonas* sp. B-6798 ($p < 0.05$). With the presence of *F. oxysporum* and without bacteria inoculation the activity of this enzyme increased in plant roots 2.5 times, in comparison with the variant without the phytopathogen. In roots of inoculated plants the activity of polyphenol oxidase was almost invariable compared with the similar ones in the ecosystems without the pathogen. The peroxidase activity without phytopathogenic load increased after seed inoculation. For *Pseudomonas* sp. B-6798 the increase in peroxidase activity in the root part of plants was observed (2.5 times), and for other examined strains this value increase in the leaves (2.0...2.4 times). In the presence of *F. oxysporum* the peroxidase activity increased in aboveground parts and reduced in roots of control plants. In the case of seed inoculation the value of this index in roots exceeded the control 1.6...2 times. On the basis of obtained data on the changes of the activity of the studied enzymes in inoculated plants in laboratory experiments it is possible to test plant protection agents against wheat root rot to choose the strains, which increase the activity of peroxidases in plant roots.

Key words: induced resistance, rhizobacterial systemic resistance, fusariosis, peroxidase, polyphenol oxidase, seed inoculation, phytopathogens.

Author Details: O.M. Minaeva, Cand. Sc. (Biol.), Assoc. Prof., M.V. Apenysheva, Post graduate student, E.E. Akimova, Cand. Sc. (Biol.), Assoc. Prof., Senior Researcher, P.A. Blinova, Junior Researcher, A.V. Kurowski, Cand. Sc. (Biology), Assoc. Prof.

For citation: Minaeva O.M., Apenysheva M.V., Akimova E.E., Blinova P.A., Kurowski A.V. Influence of wheat seed inoculation on oxidase activity in plants under phytopathogenic load // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2015. T. 29. № 6. pp. 53-56 (In Russ)

ЧЛЕН-КОРРЕСПОНДЕНТУ РАН МАЗИТОВУ НАЗИБУ КАЮМОВИЧУ 75 ЛЕТ!



Мазитов Назиб Каюмович родился 8 июля 1940 г. в дер. Старые Уруссы Ютазинского района Республики Татарстан. Окончил механический факультет Казанского сельскохозяйственного института им. М. Горького в 1965 г. Прошел стажировку в Челябинском институте механизации и

электрификации сельского хозяйства в 1978 г., Средне-европейском международном институте экономики в г. Будапешт – в 1994 г.

Кандидат технических наук (1976) и доктор сельскохозяйственных наук (1990) по специальности 05.20.01 – технологии и средства механизации сельского хозяйства, профессор кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка (1996), член-корреспондент Россельхозакадемии (2005), член-корреспондент РАН (2014)

Научно-исследовательские работы, внедренные в аграрное производство:

технология и средства механизации ухода за многолетними травами – золотая медаль ВДНХ СССР (1981);

технология и средства механизации возделывания картофеля – бронзовая медаль ВДНХ СССР (1983);

влаго-, энерго-, ресурсосберегающая технология производства продукции растениеводства, снижающая затраты до 4-х раз при стоимости комплекса техники в 5-10 раз меньше, по сравнению с лучшими зарубежными аналогами – Золотая медаль Российской агропромышленной выставки «Золотая Осень -2008»;

комплекс унифицированных блочно-модульных культиваторов – защищен 36 патентами и авторскими свидетельствами;

высокопроизводительная техника нового поколения для производства приоритетных групп продукции растениеводства – диплом за лучшую научную разработку в АПК России (2008);

ресурсосберегающая противозасушливая технология производства продукции растениеводства – Золотая медаль Российской агропромышленной выставки «Золотая Осень-2009».

Работы Н.К. Мазитова и заводов-изготовителей, производящих его машины, отмечены 29 медалями различных выставок, в том числе 21 золотой, 5 серебряными и 3 бронзовыми. Культиватор КБМ-10,8 ПС удостоены Гран-при Международной выставки «День Российского поля – 2006» в номинации «Лучшая почвообрабатывающая машина 2006 года».

Почетные звания и награды:

Заслуженный работник сельского хозяйства Татарской АССР (1988 г.);

Заслуженный деятель науки Российской Федерации (1996 г.);

Лауреат Государственной премии РСФСР в области науки и техники за создание и внедрение комплекса сельскохозяйственных орудий круглогодичного использования для поверхностной обработки почвы (1990 г.);

Лауреат Государственной премии Республики Татарстан в области науки и техники за создание, технологическое обоснование и освоение производства модульно-блочных культиваторов для предпосевной обработки почвы (1999 г.);

Лауреат премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники за создание и внедрение в производство кормоуборочного комплекса «Полесье» (2001 г.)

Н.К. Мазитовым опубликовано более 400 научных трудов, в том числе 13 книг, получено 39 авторских свидетельства и Патентов.

Среди его учеников 5 докторов и 8 кандидатов наук. Его научная школа обосновала 100%-ное импортозамещение при 3-кратном импортоопережении созданные и освоенные в производстве отечественный почвообрабатывающе-посевной техники. Н.К. Мазитовым сделан поистине огромный вклад в агроинженерную науку.

Поздравляем Вас с замечательным юбилеем, желаем доброго здоровья на долгие годы и еще больших творческих успехов на благо Отечества.

Редакция журнал
«Достижения науки и техники АПК».