

УДК 633.14«324»:577.175.1

UDC 633.14«324»:577.175.1

**ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА
ЗАРАЖЕННОСТЬ РАСТЕНИЙ ОЗИМОЙ РЖИ
Puccinia recondite и *Blumeria
graminis* f. sp. *secalis*****INFLUENCE OF GROWTH REGULATORS ON
CONTAMINATION OF WINTER RYE
Puccinia recondite and *Blumeria
graminis* f. sp. *secalis***Смолин Николай Васильевич
д. с.-х. н., профессорSmolin Nikolay Vasilevich
Dr. Sci.Agr, professorСавельев Андрей Сергеевич
преподаватель
*Аграрный институт Мордовского государственного университета, Россия*Saveliev Andrey Sergeevich
lecturer
Agrarian Institute of Mordovian State University, Russia

В работе представлены данные полевых исследований влияния регуляторов роста на зараженность растений озимой ржи

In this work data of field researches of influence of growth regulators on contamination of winter rye plants are presented

Ключевые слова: РЕГУЛЯТОРЫ РОСТА,
ОЗИМАЯ РОЖЬ, ПАРАЗИТАРНЫЕ БОЛЕЗНИ

Keywords: GROWTH REGULATORS, WINTER RYE, PARASITIC ILLNESSES

Озимая рожь в Нечерноземной полосе Европейской части России издавна является одной из основных зерновых продовольственных культур. Практически во всех регионах Нечерноземья она дает более стабильные урожаи, чем озимая пшеница или яровые зерновые культуры. Вместе с тем, у озимой ржи имеется ряд фитопатогенов, развитие которых в значительной мере ограничивает потенциальные возможности современных сортов интенсивного типа. Наиболее вредоносными в условиях Мордовии, расположенной на юго-востоке Нечерноземья, являются бурая ржавчина и мучнистая роса – узкоспециализированные облигатные паразиты. Ущерб от ржавчины и мучнистой росы может достигать 15 – 25 %. На фоне интенсивных технологий возделывания озимой ржи, их вредоносность усиливается и, потери урожая могут возрасти еще на 5 – 10 % [1].

Бурая ржавчина уменьшает выносливость растений к неблагоприятным стрессовым факторам, способствует повышению вредоносности корневой гнили, приводит к преждевременному отмиранию листьев и прекращению фотосинтеза, снижению зимостойкости молодых посевов и потере урожая [2]. Мучнистая роса распространена повсеместно. Листья больных растений покрываются белым мучнистым налетом конидиального

споронии гриба, желтеют и, при сильном поражении, отмирают. На мучнистом налете могут появляться черные точечные образования - клейстотеции патогена (сумчатая стадия) [3].

Ржавчинные грибы в Мордовии широко представлены на дикорастущих злаковых травах, некоторые из них являются естественными резервуарами патогенов для сельскохозяйственных растений [4].

Против ржавчины и мучнистой росы применяют химические препараты. Однако, обладая эффективными фунгицидными свойствами, они могут оказывать неблагоприятное воздействие на рост и развитие культурных растений, в частности, озимой ржи. Химическая защита растений – источник серьезнейшего загрязнения агроэкосистемы, воды и пищевых продуктов. Наиболее постоянный, длительный и безопасный защитный эффект дают биологически активные вещества. Они оптимизируют функциональное состояние растений и, тем самым, индуцируют высокий уровень устойчивости их к патогенам и другим неблагоприятным факторам среды [5, 6].

По мнению А.О. Марченко [7], основным фактором, управляющим реализацией морфогенетического потенциала организма, являются фитогормоны. В определенных соотношениях и концентрациях они ответственны за экспрессию «нужных» генов а, следовательно, и реализацию генетической программы растения.

Очевидно, со временем список регуляторов и фитогормонов будет увеличиваться. Это расширит наши представления о том, как гормональная система регулирует онтогенез растений и как она участвует в ответе растений на различные внешние воздействия.

Как выяснилось, очень многие паразиты растений как грибного, так и бактериального происхождения используют различные фитогормоны, которые они активно синтезируют для «химической атаки» на растение-хозяина [8, 9,10]. Патогены, в ходе сложной эволюции, выработали ком-

плекс приспособлений для получения из растительных тканей необходимые вещества. Однако внедрение инфекционных структур нарушает целостность растительного организма. облигатный паразитизм в своем проявлении чем-то схож с абиотическим стрессом, который не убивает растение, но заставляет мобилизовать все системы к повышенной активности для репарации.

Дьяков Ю. Т. [11] указывает на активизацию синтеза стрессовых метаболитов на первых этапах внедрения патогена. Растение противостоит внедрению патогена вне зависимости от вирулентности, но когда оно восприимчиво к патогену, ответные реакции на заражение протекают вяло и паразит успевает сформировать инфекционные гифы и дать потомство.

Внедрение патогена вызывает у устойчивого растения каскад защитных реакций, приводящих к локализации инфекционного очага и возникновению в растительном организме системной приобретенной устойчивости. Ее формирование связывают с продукцией сигнальных молекул в инфицированных тканях и их транслокацией к неинфицированным частям растения, где они индуцируют защитные реакции, способствуют повышению устойчивости к вторичным инфекциям [12].

Одним из индукторов сигнала о внедрении патогена является арахионовая кислота, входящая в состав клеточных стенок гиф фитопатогенных грибов [13].

Известны многочисленные вторичные метаболиты, защищающие высшие растения от вредных для них организмов. Одни из этих соединений присутствуют в здоровых тканях, другие появляются в ответ на инфекцию. Значительная часть защитных веществ относится к фенольным соединениям [14]. Оксикоричные кислоты – п-оксикоричная (п-кумаровая), кофейная, феруловая и синаповая – присутствуют в растениях, как в свободном, так и в связанном виде. Они влияют на процессы роста, а их производные – оксикоричные спирты – исходные компоненты в биосинтезе

лигнина [15]. Лигнификация клеточных стенок создает механическую преграду к проникновению инфекции.

Кремний играет важную роль в начальных стадиях инфекционного процесса. Х. Куно с соавторами [16] с помощью рентгеновского микроанализа показали накопление кремния и кальция в папиллах в сайтах взаимодействия эпидермиса ячменя и возбудителя мучнистой росы.

Внедряясь в ткани растений, обладающих системой поглощения и метаболизации кремния, ржавчина значительно усиливает его поглощение из почвенного раствора. При этом кремний выявляется в контактирующих с грибом клетках мезофилла, а также в пограничной зоне между гаусторием гриба и цитоплазмой хозяина [17].

Таким образом, целью экзогенной регуляции роста является «отвлечение» растительного организма от гормонального воздействия патогена, повышение общей устойчивости растения к абиотическим стрессам, мобилизация растительного иммунитета элиситорами, способствующая предотвращению или ослаблению инфекции, а внесение легкодоступного кремния позволит растению быстрее создавать механическую преграду на пути к инфекции.

МЕТОДИКА

Мелкоделяночный опыт закладывался на выщелоченном средне-суглинистом черноземе ОПХ «1 Мая» Октябрьского района г. Республики Мордовия в 2004 -2006 гг. методом рендомизированных повторений, в четырехкратной повторности. Общая площадь делянки составила 7,2 м² (3,6 м x 2 м), учетная площадь – делянки 1 м². Предшественником озимой ржи в опыте в 2004 г. был клевер второго года пользования, в 2005 – люцерна седьмого года пользования, в 2006 – озимая рожь.

После разделки пласта многолетних трав в 2004 - 2005 гг. и лущения стерни в 2006 г. произведена вспашка плугом с предплужниками. Под

основную обработку почвы была внесена азофоска из расчета 26 кг д.в. по азоту и 38 кг д.в. по фосфору и калию. В опыте фоновая доза питательных элементов была увеличена до $N_{100} P_{60} K_{60}$, дополнительным внесением в весеннюю подкормку смеси азофоски ($N_{13} P_{19} K_{19}$) и аммиачной селитры (N_{34}).

Посев проводили в 2004 г. 20 сентября, в 2005 г. – 15 сентября, 2006 г. – 12 сентября. Норма высева 5,5 млн. штук на гектар. Сорт озимой ржи Эстафета Татарстана.

Обработку растений озимой ржи препаратами проводили в фазу конца кущения - начала выхода в трубку, ранцевым опрыскивателем в вечернее время, дозами препаратов, рекомендованными производителями. Препараты тидиазурон и цитодеф использовали в концентрации 10^{-8} моль / л, концентрация силиката натрия – 5 % (подбиралась в ходе предварительных исследований). Контрольные делянки опрыскивались водой.

Диагностику зараженности растений проводили в фазу молочного состояния зерна. С каждой повторности изучаемого варианта брали по 100 растений, исследовали три верхних листа. Для определения зараженности ржавчиной считали число пустул на высечке, пересчет вели на 1 см^2 поверхности листа. Диагностику зараженности мучнистой росой - по процентной шкале [18].

Предварительные обследования, проведенные на делянках до обработки препаратами, не выявили очагов ржавчины и мучнистой росы. На перезимовавших листьях имелись некротические пятна и побурения эпидермиса. Концы листьев были сухими, с видимыми следами снежной плесени (*Fusarium nivale* (Fr.) Saccardo). На вновь отросших листьях имелись незначительные повреждения листовыми блошками и трипсами. Пустулы бурой ржавчины и налет мучнистой росы диагностировались в фазу начала выхода в трубку на всех делянках, но степень поражения оставалась на низком уровне.

Метеорологические условия 2004 и 2005 гг. отличались избыточным и неравномерным увлажнением. Основная масса осадков выпала в период активной вегетации культуры (мае-июле). В 2006 г. в период возобновления вегетации и активного роста озимой ржи были засушливые погодные условия.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Х. Массел [19] и Ю.Б. Коновалов с соавторами [20] предлагают вести селекцию не на устойчивость к заражению патогеном, а на толерантность к болезни, т.е. способность в эпифитотийные годы сохранять урожай на высоком уровне.

Данная стратегия аналогична использованию экономических порогов вредоносности, взамен дорогостоящим искореняющим обработкам. Регуляторы роста, в большинстве случаев, обладают не фунгицидной, а фунгистатической активностью. Они не обеспечивают устойчивости к патогену, а способствуют снижению вредоносности болезни до безопасного уровня.

Обработка препаратами велась до выдвижения третьего листа от колоса. Таким образом, речь идет о сравнении системного действия препаратов. Зараженность листьев разного возраста значительно изменялась. Нижние листья более длительный срок испытывали инфекционную нагрузку. Относительно времени обследования их зараженность была, как правило, более высокой (табл.1).

Таблица 1 – Влияние регуляторов роста на зараженность растений озимой ржи *Puccinia recondita* и *Blumeria graminis* f. sp. *secalis*

Вариант	Ширина листа, см			Число пустул ржавчины шт./см ²			Зараженность листа мучнистой росой, %		
	фла- говый	2-ой от ко- лоса	3-ий от ко- лоса	фла- говый	2-ой от ко- лоса	3-ий от ко- лоса	фла- говый	2-ой от ко- лоса	3-ий от ко- лоса
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2004 г.									
Контроль	0,75	1,06	1,21	1,6	1,3	3,7	18	38	42
Гуми 30	0,68	0,99	1,18	1,5	1,5	1,5	17	34	30
Иммуноцитифит	0,79	1,15	1,31	1,2	1	0,5	15	31	25
Силикат натрия	0,86	1,1	1,15	0,9	0,8	1,7	16	25	26
ЦеЦеЦе 460	0,81	1,17	1,16	1	0,9	2,8	19	33	34
Циркон	0,86	1,24	1,32	1,8	1,2	3,6	17	32	38
Эпин-экстра	0,81	1,3	1,36	1,2	0,8	2,1	16	29	36
НСР ₀₅	0,11	0,19	Fф<Fт	0,3	0,3	0,9	2	6	9
2005 г.									
Контроль	0,73	1,17	1,23	1,1	0,9	4,1	15	36	46
Гуми 30	0,7	1,15	1,15	1,3	1,6	1	6	23	30
Иммуноцитифит	0,67	1,12	1,06	0,7	0,7	0,2	3	10	27
Силикат натрия	0,84	1,12	1,21	0,6	0,8	0,5	6	8	11
ЦеЦеЦе 460	0,79	1,24	1,23	0,3	0,3	0,3	3	18	32
Тидиазурон	0,8	1,14	1,12	1,2	5	6,2	10	23	43
Циркон	0,75	1,02	1,16	2,8	4,1	5	15	19	32
Цитодеф	0,7	0,97	1,09	0,6	2,8	1,8	12	24	42
Эпин-экстра	0,65	1,08	1,15	0,5	0,3	0,5	5	8	20
НСР ₀₅	Fф<Fт	Fф<Fт	Fф<Fт	Fф<Fт	3	3,3	8	11	14
2006 г.									
Контроль	0,62	0,85	0,94	3,3	1,8	3,1	19	34	57
Гуми 30	0,48	0,7	0,68	2	2,6	1,8	11	35	35
Иммуноцитифит	0,7	0,99	1,04	2,2	2,9	1,7	15	21	41
Силикат натрия	0,68	0,97	1,13	0,6	0,5	1,4	13	28	32
ЦеЦеЦе 460	0,51	0,75	0,83	2,1	2,1	3,3	30	33	43
Тидиазурон	0,55	0,78	0,81	3	2,7	2,6	16	25	31
Циркон	0,68	1,09	0,99	1,4	0,7	2,9	17	28	51
Цитодеф	0,59	0,85	0,83	1,8	1,7	2,3	22	21	25
Эпин-экстра	0,7	1,15	1,04	2,4	1,3	2,3	13	19	40
НСР ₀₅	0,08	0,12	0,11	0,5	0,5	0,5	4	7	10
в среднем за 2004-06 гг.									
Контроль	0,7	1,02	1,13	2	1,3	3,7	17	36	48
Гуми 30	0,62	0,95	1	1,6	1,9	1,4	11	31	31
Иммуноцитифит	0,72	1,09	1,13	1,4	1,5	0,8	11	21	31
Силикат натрия	0,79	1,07	1,17	0,7	0,7	1,2	12	20	23
ЦеЦеЦе 460	0,71	1,05	1,07	1,1	1,1	2,1	17	28	36
Тидиазурон *	0,68	0,96	0,96	2,1	3,8	4,4	13	24	37
Циркон	0,76	1,11	1,16	2	2	3,8	16	26	40
Цитодеф *	0,65	0,91	0,96	1,2	2,2	2,1	17	23	34
Эпин-экстра	0,72	1,18	1,18	1,4	0,8	1,6	11	19	32

* средние данные для препаратов тидиазурон и цитодеф приведены за 2 года исследований

Однако нами замечено, что число пустул ржавчины на втором листе от колоса на контрольных вариантах по всем годам исследований было ни-

же, чем на флаговом. Этот факт не связан с выпадением осадков (метеорологические условия в годы исследований значительно различались) или спорулирующей активностью патогенов (во время появления флагового листа, второй от колоса уже испытывал инфекционную нагрузку). Вероятным объяснением может быть возникновение приобретенной системной устойчивости у растений к моменту появления второго листа и снижением возрастной устойчивости к появлению флагового листа [21]. Причиной также может быть проекционное расположение ярусов листьев и, связанное с этим, неравномерное осаждение спорowego материала. Поэтому правильнее сравнивать изменение зараженности к контролю в пределах одного яруса листьев.

Приведенные в таблице данные показывают, что в 2004 г. существенную роль в снижении зараженности мучнистой росой сыграло опрыскивание посевов озимой ржи иммуноцитифитом (д.в. этиловый эфир арахидоновой кислоты) и силикатом натрия. Так зараженность третьего листа от колоса снизилась на 17 и 16 %, 2-го – на 7 и 13 %, соответственно. Обработка растений препаратом гуми 30 (д.в. гумат натрия) уменьшила степень поражения третьего листа от вершины на 12 %.

Изучаемые препараты значительно повлияли на зараженность бурой ржавчиной. Сравнивая изменение зараженности листьев разного возраста к контролю, можно судить о скорости наступления ответа на препарат и пролонгированности его действия. Так гуми 30 воздействовал на зараженность третьего листа от колоса, появившегося раньше к моменту обработки, снижая число пустул ржавчины на 59 %. Иммуноцитифит также показал высокую эффективность на листьях старшего возраста. Число пустул на третьем листе сверху уменьшилось на 86 %. Снижение зараженности флагового и подфлагового листьев было существенным, но заметно меньшим – 25 и 23 %, соответственно. Силикат натрия стабильно снижал зараженность листьев разного возраста. Число пустул на третьем листе

снизилось на 54, втором – на 38, флаговом - на 44 %. Весьма вероятно, что доступность формы внесения позволила поглощать кремний более длительный срок или реутилизировать накопленный в растении.

На делянках, где применяли ретардант ЦеЦеЦе 460 (д.в. хлорхлорид), снижение числа пустул ржавчины было тем сильнее, чем лист был старше от срока обработки: на третьем листе сверху на 24, на втором – на 31, на флаговом - на 38 %. Эпин-экстра (д.в. эпибрассинолид) существенно уменьшал зараженность листьев, появившихся ближе к моменту обработки: третьего листа от колоса на 43, второго – на 38, тогда как флагового листа – всего лишь на 25 %.

Препараты практически не повлияли на ширину листовой пластинки. Можно отметить увеличение этого показателя у флагового листа на 15 % при внесении циркона (д.в. смесь гидроксикоричных кислот) и силиката натрия, а также второго листа от колоса на 23 % при опрыскивании эпин-экстра.

В 2005 г. мы внесли в список исследуемых, препараты с цитокининовой активностью. Тидиазурон является производным дифенилмочевины – близким аналогом природного цитокинина. Нас также заинтересовал сравнительно новый отечественный препарат цитодеф. В этом году исследуемые препараты не оказали существенного влияния на изменение ширины листовой пластинки и числа пустул ржавчины на флаговом листе.

Гуми 30 не влиял на изменение количества пустул ржавчины, но активно снижал зараженность мучнистой росой. Иммуноцитифит снижал степень поражения ржавчиной третьего листа от колоса, существенно снижал зараженность мучнистой росой. При этом наблюдалось значительное последствие препарата. Схожим было действие силиката натрия и ЦеЦеЦе 460.

Существенно снизив зараженность подфлагового листа мучнистой росой, тидиазурон повысил инфицированность ржавчиной. Циркон досто-

верно снижал зараженность мучнистой росой, но увеличивал интенсивность заражения ржавчиной. Цитодеф не оказал существенного влияния на патогенез растений озимой ржи.

Наиболее эффективным иммунокорректором оказался препарат эпин-экстра. Опрыскивание способствовало снижению степени поражения мучнистой росой флагового листа на 10, второго листа от колоса – на 28, третьего – на 26 %. Число пустул ржавчины на третьем листе сверху снизилось на 88 %.

В 2006 г. действие регуляторов роста на патогенез несколько отличалось от предыдущих лет, но имели место и проявившиеся ранее закономерности. В этом году за период активной вегетации осадков было меньше, чем в предыдущие годы. Следует отметить снижение ширины листовой пластинки всех ярусов. Уменьшилось и число пустул ржавчины на третьем листе от колоса, а зараженность мучнистой росой возросла. Данный факт связан с необходимостью наличия капельно-жидкой влаги для прорастания уредоспор – дождя или росы. Конидии мучнистой росы могут прорасти в отсутствии жидкой влаги. Имеются сведения, что вспышки мучнистой росы приурочены к засушливым периодам, когда растения в ослабленном состоянии [22].

Опрыскивание растений в этом году препаратом гуми 30 и ЦеЦеЦе 460 уменьшало ширину листовой пластинки всех ярусов, а препаратами тидиазурон и цитодеф – третьего листа от колоса. Силикат натрия, напротив, увеличивал ширину третьего листа сверху на 20, циркон подфлагового – на 28 %.

Препараты: гуми 30, силикат натрия, тидиазурон, цитодеф сильнее снижали уровень зараженности мучнистой росой тех листьев, которые появились ближе к моменту обработки. В меньшей степени снижали зараженность третьего листа от колоса иммуноцитифит и эпин-экстра. Однако

их воздействие также распространялось на подфлаговый и флаговый листья.

Ретардант усилил зараженность флагового листа мучнистой росой. Вероятнее всего, в засушливых условиях у растений озимой ржи удлинился период репарации, что привело к их ослаблению патогенеза. На вариантах применения циркона степень поражения растений мучнистой росой была на уровне контроля.

Опрыскивание растений силикатом натрия способствовало уменьшению числа пустул ржавчины на третьем листе от колоса на 55, втором – на 72, флаговом – на 82 %. На вариантах с применением циркона число пустул ржавчины на флаговом листе снизилось на 58, втором от колоса – на 61 %. Эпин-экстра стабильно снижал число пустул ржавчины на всех ярусах на 26 – 28 %.

Неоднозначным было действие препаратов гуми 30 и иммуноцитифита. На третьем листе от колоса происходило значительное снижение числа пустул на 42 и 45 % соответственно. На подфлаговом сопротивляемость резко падала, количество пустул увеличивалось на 44 и 61 %. На флаговом листе вновь происходило уменьшение числа пустул по сравнению с контролем на 39 и 33 %. Можно предположить, что сразу после обработки растений препараты мобилизовали защитную систему с затратами накопленной энергии. Затем наступила фаза ремиссии, а неблагоприятные условия не позволили растениям быстро восстановить запас сил, как результат – снижение иммунитета.

Как и в предыдущие годы ЦеЦеЦе 460 сильнее снижал зараженность листьев верхних ярусов, появившихся позже от срока обработки. Более значимым его действие было на флаговый лист. Число пустул ржавчины на самом фотосинтетически активном центре уменьшилось на 36 %.

Обобщая трехлетние данные, можно отметить, что сильнее снижали зараженность растений озимой ржи бурой ржавчиной и мучнистой росой силикат натрия и эпин-экстра.

Несомненное участие кремния в патогенезе паразитарных болезней подтверждается многими исследователями. Кремний пропитывает и уплотняет ткани растений, снижает потерю воды и замедляет развитие грибковых инфекций. Стимулирующее действие растворимого кремния, вероятно, связано с усилением потребления фосфора и молибдена, а также переносом марганца в растительных тканях. Предполагается, что кремний усиливает фосфорилирование и синтез сахаров, что увеличивает поступление энергии для метаболических процессов и повышение интенсивности роста растений [23, 24]. В ряде работ, авторами указывается на фитозащитное действие брассиностероидов против паразитарных болезней [25, 26, 27].

ЦеЦеЦе 460 значительно снижал число пустул ржавчины на флаговом и третьем от колоса листьях и процент поражения мучнистой росой вторым и третьем листьях от верхушки. В П. Деева и З.И. Шелег [28] указывают на уменьшение пораженности пшеницы мучнистой росой и картофеля фитофторозом при обработке хлорхолинхлоридом.

Влияние гуми 30, иммуноцитифита и цитодефа отличалось разнонаправленностью в зависимости от яруса листьев. Зараженность ржавчиной третьего сверху и флагового листьев снижалась, а на втором листе от колоса число пустул возрастало. Данные препараты уменьшали зараженность мучнистой росой, особенно листьев, близких по появлению к моменту обработки. Циркон и тидиазурон снижали степень зараженности мучнистой росой, число пустул ржавчины (особенно на втором листе от колоса) значительно возрастало.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение действия регуляторов роста в полевых условиях зачастую приводит к неоднозначным результатам, что вызывает много противоречий между данными разных исследователей. Эффективность регуляторов роста во многом зависит от почвенно-климатических факторов региона, погодных условий в годы проведения эксперимента. Благодаря полифункциональности, экзогенные фитогормоны могут воздействовать на течение физиологических процессов, усиливать или уменьшать рост растения, изменять его толерантность к фитопатогену.

Для снижения уровня зараженности паразитарными болезнями и негативного воздействия факторов окружающей среды рекомендуем опрыскивание посевов озимой ржи эпином-экстра, иммуноцитифитом, гуми 30, ЦеЦеЦе 460. Однако положительное влияние исследуемых препаратов ограничивается фунгистатической активностью. Препараты могут быть использованы в профилактических целях для снижения уровня зараженности озимой ржи грибными паразитами.

Исключительно позитивная роль силиката натрия говорит о необходимости широкого изучения кремниевых удобрений и внедрения их в производство зерновых культур. Неоднозначность результатов применения цитодефа и циркона на зараженность ржи также требует дальнейшего изучения этих препаратов в данном аспекте.

Литература

1. Назарова Л. Н., Фоченкова Т. В., Корнева Л. Г. Болезни озимой ржи // Защита растений. 1992. № 5. С. 52-53.
2. Таинский В. И. Особенности вредоносности злаковой тли, корневой гнили и бурой ржавчины на растениях яровой пшеницы / И. П. Наумова, А. Г. Гапонова, Н. Г. Бей-Биенко // Сельскохозяйственная биология. 2002. № 3. С. 104-108.
3. Левитин М. М., Тютюрев С. Л. Грибные болезни зерновых культур // Защита и карантин растений. 2003. № 11.
4. Рыжкин Д. В., Левкина Л. М. Ржавчинные грибы Северо-востока республики Мордовия // Микология и фитопатология. Том 38. 2004 г. № 4. С. 45-50.

5. Карнаухова Т. В., Шкаликов В. А. Фитосанитарное и физиологическое состояние растений пшеницы при использовании защитных средств различной природы // Известия ТСХА. 2004 г. № 3. С. 78-85.
6. Чернышев В. Б. Охрана природы и защита растений // Соросовский образовательный журнал. № 10. 1999. С. 18 – 21.
7. Марченко А. О. Реализация морфогенетического потенциала растительных организмов // Успехи современной биологии. 1996. Том 116. № 3. С. 306-317.
8. Кулаева О. Н. Как регулируется жизнь растений // Соросовский образовательный журнал. № 1. 1995. С. 20 – 27.
9. Бабоша А. В. Иммуномодулирующие свойства различных природных цитокининов в патосистеме пшеница – возбудитель мучнистой росы // Микология и фитопатология. Том 38. 2004. № 6. С. 84-89.
10. Полякова Н. В. Роль абсцизовой кислоты в поражении ячменя гельминтоспориозом // VI международная конференция Регуляторы роста и развития растений в биотехнологиях (26 – 28 июня 2001 года). – М. 2001. С. 56-57.
11. Дьяков Ю. Т. Пятьдесят лет теории «ген-на ген» // Успехи современной биологии. 1996. Том 116. № 3. С. 293-305.
12. Шакирова Ф. М., Сахабутдинова А. Р. Сигнальная регуляция устойчивости растений к патогенам // Успехи современной биологии. 2003. Том 123. № 6. С. 563-572.
13. Рожнова Н. А., Геращенко Г. А., Бабоша А. В. Действие арахионовой кислоты и вирусной инфекции на активность фитогемагглютининов при формировании индуцированной устойчивости у табака // Физиология растений. 2003 г. Том 50. № 5. С. 738-743.
14. Аверьянов А.А. Активные формы кислорода и иммунитет растений // Успехи современной биологии. 1991 г. Том 111. № 5. С. 722-737
15. Кретович В. Л. Биохимия растений.— М.: Высшая школа. 1980. 445 с.
16. Куно Х. Первичные ростковые гиф конидий *Erysiphe graminis* // Инфекционные болезни растений: физиологические и биохимические основы / Пер. с англ. Л. Л. Великанова, Л. М. Левкиной, В. П. Прохорова, И. И. Сидоровой; Под ред. Ю. Т. Дьякова. – М.: ВО Агропромиздат. 1985. 367 с.
17. Андреев Л. Н., Плотникова Ю. М. Ржавчина пшеницы: цитология и физиология – М.: Наука. 1989. 304 с.
18. Поляков И. Я., Персов М. П., Смирнов В. А. Прогноз вредителей и болезней сельскохозяйственных культур /– Л.: Колос. 1984. 318 с.
19. Масел Х. Использование толерантности растений путем изменения их уязвимости // Борьба с болезнями растений: устойчивость и восприимчивость / Пер. с англ. Л. М. Левкиной, Ю. М. Плотниковой; Под. ред. Ю. Т. Дьякова. – М.: Колос. 1984. 293 с.
20. Коновалов Ю. Б., Шаймярдянов Н. А. Оценка толерантности сортов яровой пшеницы к бурой ржавчине по реакции на пинцировку колоса // Известия ТСХА. 2004 г. № 4. С. 8-18.
21. Общая и молекулярная фитопатология / Ю. Т. Дьяков, О. Л. Озерецковская, В. Г. Джавахия, С. Ф. Багирова. – М: Изд-во Общество фитопатологов. 2001. 302 с.
22. Горленко М. В. Краткий курс иммунитета растений к инфекционным болезням. Изд. 3-е. – М.: Высшая школа. 1973. 366 с.
23. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях: Пер. с англ. – М.: Мир. 1989. 439 с.
24. Колесников М. П., Абатуров Б. Д. Формы кремния в растительном материале и их количественное определение // Успехи современной биологии. 1997. Том 117. № 5. С. 534-547.

25. Волынец А. П. и др. Повышение фитозащитного действия brassinosteroidов на минеральном фоне / А. П. Волынец, Л. А. Пшеничная, В. А. Хрипач, Н. Е. Машкелесова, Г. В. Морозик // IV международная конференция Регуляторы роста и развития растений. – М. 1997. С. 253-254.
26. Чурикова В. В., Владимирова И. Н. Влияние Эпина на активность ферментов окислительного метаболизма огурца в условиях эпифитотии пероноспороза // IV международная конференция «Регуляторы роста и развития растений». – М. 1997. С. 78.
27. Талиева М. Н. и др. Иммунохимическое действие эпина на устойчивость растений к грибной инфекции / М. Н.Талиева, Л. В. Рункова, В. С. Александрова, Е. С. Василенко, Л. С. Олехнович // VI международная конференция Регуляторы роста и развития растений в биотехнологиях (26 – 28 июня 2001 года). – М. 2001. С. 126.
28. Деева В. П., Шелег З. И. Регуляторы роста и урожай – Минск: Наука и техника. 1985. 63 с.