

## К ВОПРОСУ О СТИМУЛЯЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ФИЗИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПРИ ОБРАБОТКЕ СЕМЯН

**Костин Владимир Ильич**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой «Биология, химия, технология хранения и переработки продукции растениеводства»

**Дозоров Александр Владимирович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Земледелие и растениеводство»

**Исайчев Виталий Александрович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Биология, химия, технология хранения и переработки продукции растениеводства»

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

432017, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1; тел.: +79022461740; ; e-mail: isawit@yandex.ru

**Ключевые слова:** универсальность, воздушно-сухие семена, мелафен, пектин, предпосевное облучение, аскорбиновая кислота, глутатион, энергетический обмен, набухаемость семян.

Представлены многолетние исследования в виде краткой обзорной статьи по изучению действия различных физических, химических факторов и регуляторов роста для понимания процессов стимуляции ростовых процессов. Установлены физиолого-биохимические и метаболические изменения под действием используемых факторов. Установлено, что ранее других процессов наступает изменение вязкости цитоплазмы, в результате изменяется характер темпов дыхания и активность деятельности оксидоредуктаз. Одним из важных показателей действия является возникновение долгоживущих радикалов при использовании физических факторов. Следует указать, что одной из основных причин стимулирования семян следует рассматривать ускоренное появление гиббереллиновых веществ, которые влияют на изменение активности и направленности метаболических процессов. В результате физиолого-биохимических процессов происходит улучшение посевных качеств семян. При прорастании семян увеличивается и активность фермента каталазы, суммарно активности  $\alpha$ - и  $\beta$ -, и отдельно  $\alpha$ -амилазы. В результате происходит увеличение содержания аскорбиновой кислоты и глутатиона, усиливается окислительно-восстановительный потенциал в клетке за счёт увеличения общей редуцирующей способности тканей проростков. Все вышеперечисленные физиолого-биохимические процессы улучшают посевные качества семян и усиливают ростовые функции проростков, что приводит к повышению продукционного процесса и повышению урожайности. Урожайность яровой пшеницы под действием физических факторов увеличивается на 6,7-8,8%, при урожае на контроле 2,81 т/га. На Госсортучастке у сортов реакция неодинаковая: у сорта Кутулукская урожайность повышается на 4,8-12,8%; Ершовской 32 – 7,9-18,6%; Симбирки – 14,8-21,8%; Безенчукская 139 – 21,5%. Урожайность озимой пшеницы под влиянием различных регуляторов повышается на 0,27-0,41 т/га при урожае на контроле 2,41 т/га (неудобренный фон), на фоне удобрений – на 0,09-0,29 т/га, на контроле – 3,37 т/га. Урожайность сахарной свёклы повышается на 4,5-8,5% в полевых опытах, в производственных – на 10,8%.

### Введение

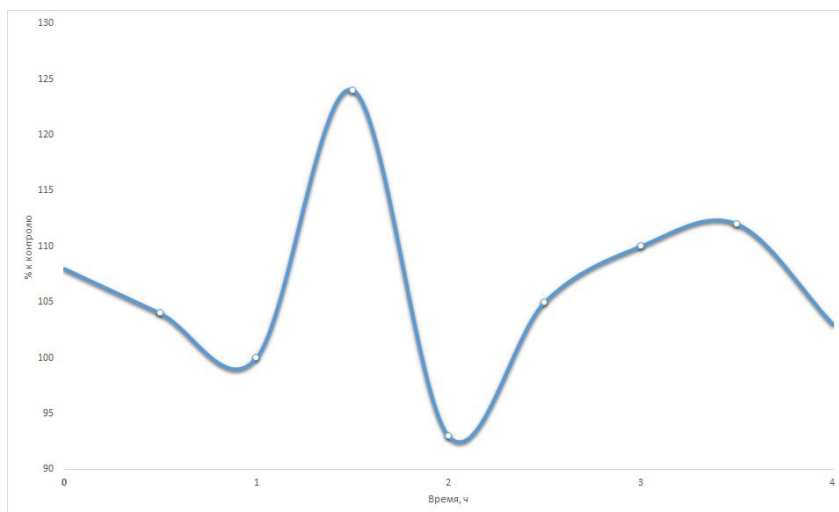
Проблема стимуляции физиолого-биохимических процессов при помощи различных физических и химических факторов насчитывает более чем 100-летнюю историю. В этой области выполнено значительное число исследований. Вместе с тем в литературе высказываются противоположные мнения относительно возможностей выявления эффекта стимуляции.

Для окончательного решения данного вопроса важное значение приобретает понимание взаимосвязи тех физиолого-биохимических процессов, которые могут быть охарактеризованы как реакции прорастающих семян растений на действие того или иного фактора.

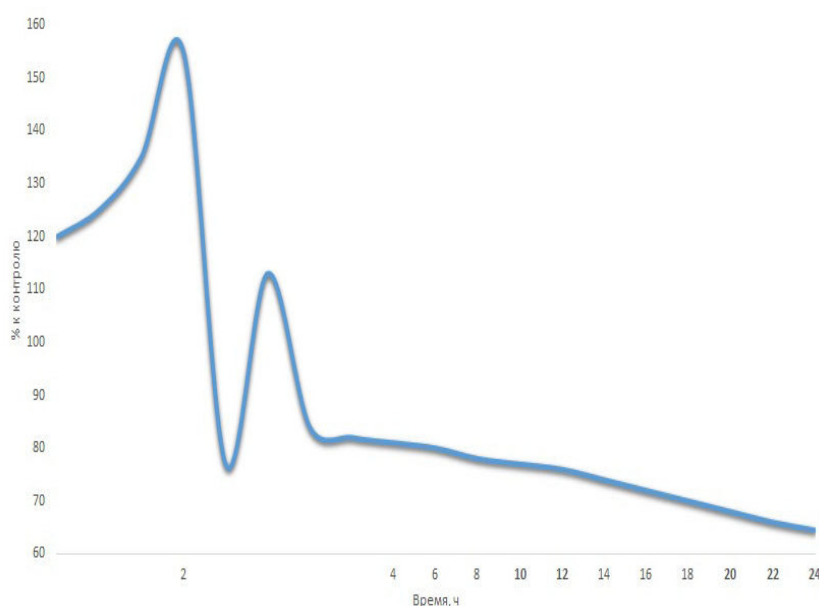
В конце пятидесятих и начале шестидесятых годов в институте биофизики АН СССР были развернуты широкие исследования физико-химических основ биологического действия ио-

низирующих излучений на растительные организмы, что позволило впервые подойти к пониманию механизмов стимулирующего действия оптимальной дозы облучения на семена сельскохозяйственных растений. В работах А.М. Кузина [1, 2, 3] особый интерес, с нашей точки зрения, представляют следующие явления: конформационные изменения ферментов, увеличение проницаемости оболочек, реализация энергии свободных радикалов, активация ферментов в момент набухания, обеспечивающих быструю мобилизацию питательных веществ. Именно они обеспечивают активацию метаболических процессов и ускорение роста на начальных этапах онтогенеза.

Начальную реакцию живого организма на действие физических воздействий Н.Ф. Батыгин [1] объясняет изменением физико-химических свойств цитоплазмы, что влечет за собой усиле-



**Рис. 1 - Динамика изменения вязкости цитоплазмы под влиянием облучения в дозе 5 Грей**



**Рис. 2 - Динамика изменения дыхания**

ние или угнетение некоторых физиолого-биохимических процессов и связанных с ними метаболических реакций.

Цель данного исследования — изучение влияния ионизирующих, плазменных, лазерных излучений и различных химических препаратов на первичные и начальные физиолого-биохимические процессы, протекающие в семенах различных сельскохозяйственных культур, для понимания механизмов стимуляции.

#### **Объекты и методы исследований**

Оценка физиолого-биохимических показателей проводилась с использованием следующих лабораторных методов. Воздушно-сухие семена используемых культур облучали гамма-лучами с мощностью 0,75 Грей/мин на установке «Луч-1». Источник излучения Cs-137. На лазерной установ-

ке «Луч-Электроника» и ЛТН-101 мощностью 30 Вт и водородно-плазменной О4ФП-1 с энергией  $1\text{--}3 \cdot 10^4$  Дж/кг.

Синтетические (гиббереллин, гетероауксин, мелафен), природные (пектин из *Amaranthus cruentus*, Гуми и др.) вещества в виде водных растворов, оптимальная концентрация которых предварительно устанавливалась на кафедре «Биология, химия, ТХППР» Ульяновского ГАУ.

В опытах проводились следующие наблюдения и учёты: концентрацию свободных радикалов определяли с помощью метода электронно-парамагнитного резонанса на радиоспектрометре типа РЭ-130 в лаборатории радиобиологии растений АФНИИ; гиббереллиноподобные вещества экстрагировали из размолотого зерна двукратным количеством 96%-го этилового спирта при встряхивании (В.Н. Ложникова и др.) [5]; концентрации гиббереллиноподобных веществ в водном растворе определяли спектрометрическим методом с реактивом Фолина-Чискольта; в растворе также определяли содержание белка по Лоури; определение интенсивности дыхания — монометрическим методом в аппарате Варбурга; содержание аскорбиновой кислоты, глутатиона, редуцирующей активности — методом Петта в модификации Прокошева; степень набухаемости — по У. Руге; определение активности каталазы,  $\alpha$ - и  $\beta$ -амилазы, пероксидазы — в изложении Б.П. Плешкова [6].

#### **Результаты исследований**

Изменения, которые претерпевают семена после облучения, мы называем физиолого-биохимическими. Их мы изучаем более 30 лет с использованием не только ионизирующих излучений, но и других физических и химических факторов.

Наши исследования [7] подтверждают исследования Н.Ф. Батыгина. Проведенные опыты с яровой пшеницей показали, что ранее других процессов наступает изменение вязкости цитоплазмы. Практически сразу после облучения

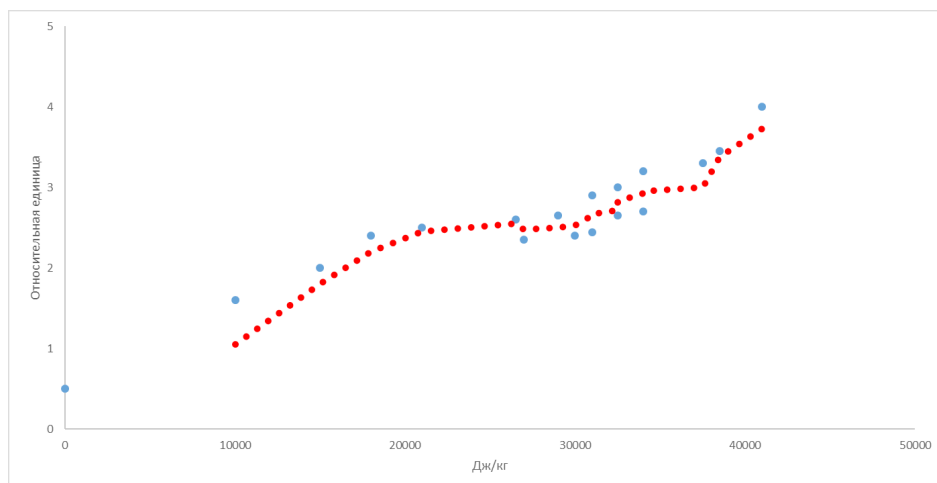
уменьшается вязкость цитоплазмы, спустя 1,5-2 часа вязкость её резко возрастает, что выражается в увеличении времени наступления плазмолиза, затем цитоплазма возвращается к норме (рис. 1).

Аналогичные данные получены и по другим физическим воздействиям (плазменное и лазерное). С изменением состояния цитоплазмы изменяется характер темпов дыхания, когда цитоплазма достигает своей наименьшей вязкости, дыхание резко возрастает. При загустении цитоплазмы дыхание ослабевает (рис. 2).

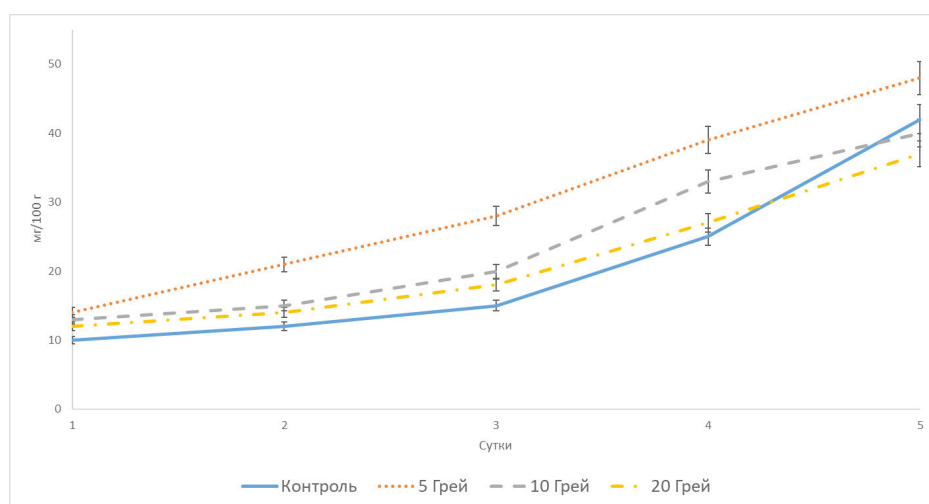
Результатом воздействия является изменение активности и направленности деятельности ферментов. Одним из важных показателей действия факторов является возникновение долгоживущих радикалов. Длительное время считалось, что этот эффект является специфическим для ионизирующих гамма-лучей.

Нашими исследованиями с сахарной свеклой и яровой пшеницей с использованием метода ЭПР были получены радикальные кривые нелинейного характера и установлено появление долгоживущих радикалов лазерного и плазменного излучений для зерновок яровой пшеницы (рис. 3).

Полученная радикальная кривая для семян является функцией дозы, в данном случае для плазменного облучения, т. е.  $y = f(D)$  имеет два максимума 30000 и 40000 Дж/кг и два минимума 10000-20000 и 50000 Дж/кг. Максимум свободных радикалов вызывает оптимальную стимуляцию растений, а минимум не вызывает стимуляцию, или большие дозы соответствуют угнетающему действию. Это подтвердилось нашими многолетними исследованиями. Таким образом, на кривых изменения свободных радикалов можно быстро установить оптимальные



**Рис. 3 - Зависимость концентрации свободных радикалов в семенах яровой пшеницы от дозы плазменного излучения (в среднем из 6 опытов в 4-кратной повторности)**

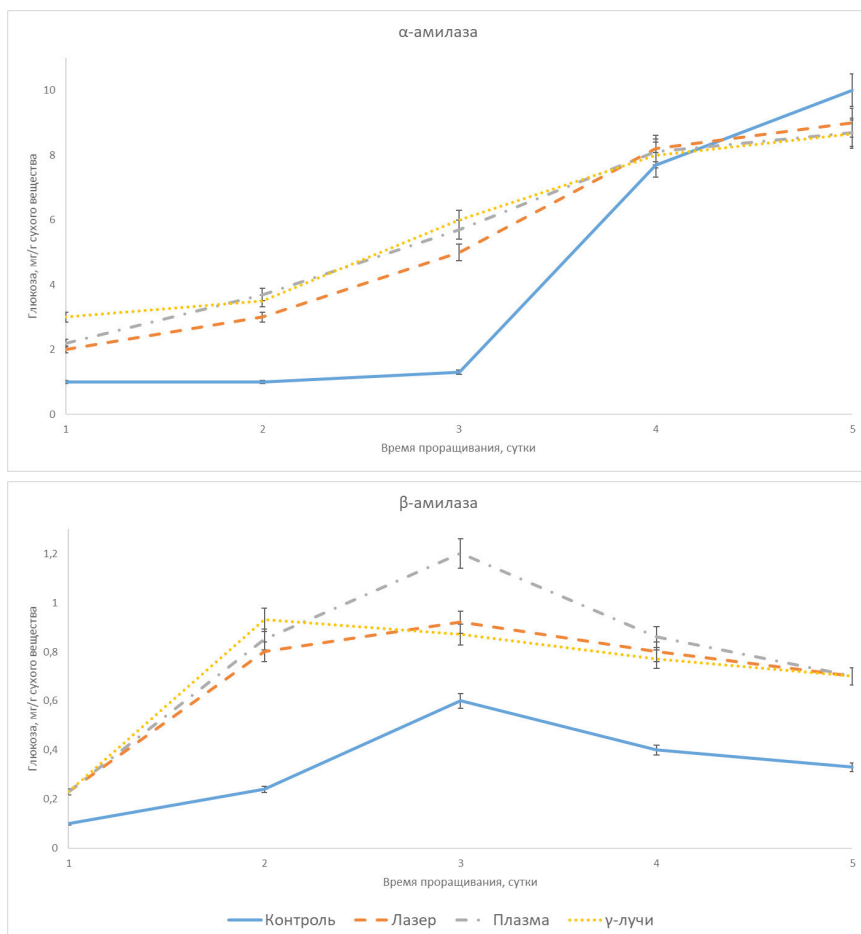


**Рис. 4 - Динамика накопления гиббереллиноподобных веществ при прорастании облученных семян мягкой яровой пшеницы**

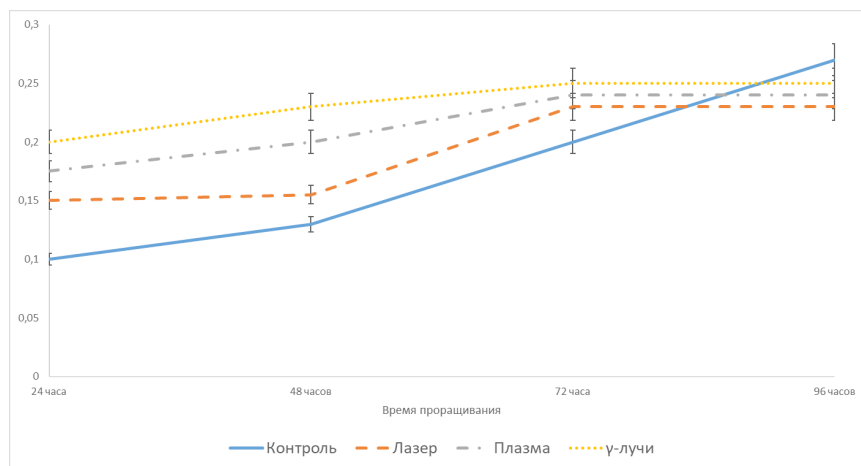
дозы для практического использования.

Наши исследования доказывают, что одной из основных причин стимулирования семян следует рассматривать ускоренное появление гиббереллиновых веществ, индуцированных различными физическими воздействиями, которые обуславливают возрастание активности оксидоредуктаз и влияют на изменение активности и направленности метаболических процессов (рис. 4).

Прорастание семян сопровождается повышением экстрактивности белков. В результате этих физиолого-биохимических процессов происходит улучшение посевных качеств семян. Под влиянием данных факторов степень гетерогенности семян уменьшается и у семян с высокими посевными качествами энергия прорастания изменится в большей степени, чем всхожесть. Аналогичное влиянию ионизирующего излучения оказывает плазменное и лазерное [8]. Под дей-



**Рис. 5 - Активность фермента амилазы в прорастающих семенах яровой пшеницы Безенчукская 139**



**Рис. 6 - Коэффициент использования запасных питательных веществ зерновкой яровой пшеницы Безенчукская 139**

ствием факторов воздействия гидролитические и окислительно-восстановительные ферменты переходят из латентного состояния в активное (рис. 5).

Данные показывают, что наибольшая атакуемость у α-амилазы на вторые-третьи сутки и β-амилазы на третьи-четвёртые сутки, активность соответствующих ферментов выше в 2-3 раза. На

четвёртые сутки активность становится на уровне контроля. Повышенная активность этих ферментов приводит к более высокой мобилизации питательных веществ и способствует лучшему росту проростков.

Показателем качеств семян при их выходе из состояния покоя является степень расходования питательных веществ, перемещение их из семени в проросток. ФВ способствует усилению этого процесса (рис. 6). В первые сутки проращивания расход питательных веществ семени в два раза превосходил контроль. В последующий период разница сокращается, и равнозначным этот показатель становится лишь на четвертые сутки проращивания, при этом создаются более благоприятные условия для перехода растений из гетеротрофного и смешанного типов питания в автотрофный.

При сравнении действия физических факторов с различными химическими (синтетические, природные, различные препараты) нетрудно заметить аналогию в реакции, в том числе затрагивающие и другие процессы, т. е. единообразие результатов физических, химических и природных факторов воздействия при решении задач растениеводства.

В качестве синтетического регулятора использовали мелафен (меламиновая соль бис-оксиметил фосфиновой кислоты), гиббереллины, Гуми, пектин, Фитоспорин и др. [10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17].

Установлено, что воздействие на семена перечисленными препаратами наблюдается аналогично физическому излучению – ответная реакция в виде изменения уровня метаболизма на первичной и начальной стадии роста. Для изучения физиолого-биохимических процессов прорастающих семян, подвергнутых процессу обработки, нами проводились исследования состояния окисли-

Таблица 1

Изменение активности каталазы в проростках сахарной свеклы (мкмоль  $H_2O_2$ , разложившейся за время инкубации, на 1г растительного материала)

Вариант опыта	Срок прорастания							
	Час		Сутки					
	12	24	2	3	6	9	12	15
Контроль	8,7±0,2	13,1±0,4	13,8±0,2	14,8±0,5	16,6±0,3	16,9±0,5	12,1±0,7	8,2±0,3
Мелафен $1 \cdot 10^{-7} \%$	9,4±0,4	16,9±0,3	17,8±0,2	18,8±0,4	18,1±0,5	15,9±0,3	11,0±0,3	8,1±0,4
Мелафен $1 \cdot 10^{-8} \%$	9,4±0,3	16,2±0,4	17,8±0,3	19,7±0,5	19,7±0,4	15,9±0,3	12,0±0,3	8,1±0,1

Таблица 2

Влияние мелафена на активность пероксидазы при прорастании семян яровой пшеницы (мл  $J_2$  сухого вещества)

Вариант	Время, сутки						
	0,5	1	3	4	6	7	9
Контроль	0,08	0,16	0,20	0,26	0,24	0,36	0,40
Мелафен $1 \cdot 10^{-7} \%$	0,09	0,20	0,30	0,56	0,31	0,38	0,35
Мелафен $1 \cdot 10^{-8} \%$	0,13	0,23	0,55	0,71	0,35	0,43	0,39

тельно-восстановительных реакций, присущих дыханию. В таблице 1 представлена активность каталазы.

Данные таблицы 1 показывают, что активность каталазы под действием мелафена увеличивается на протяжении шести суток на 0,3-3,8 мкмоль  $H_2O_2$  в зависимости от времени. Первые шесть дней активность каталазы повышается более чем на 20 % по сравнению с контролем, позднее наблюдается тенденция к снижению. Подобный характер мы наблюдаем и в других растениях, в частности у озимой ржи и яровой пшеницы.

Несколько пониженный уровень у каталазы, начиная с девятих суток исследований, у опытных растений по сравнению с контролем можно объяснить тем, что цепь биохимических реакций, связанных с дыханием в семенах и проростках, не является полностью сформированной, так как окончательное формирование её происходит при полном прорастании и развитии проростков. В связи с мобилизацией метаболических процессов у опытных

растений дыхательная система сформировалась интенсивнее, чем на контроле.

Активность пероксидазы при прорастании семян яровой пшеницы возрастает, достигая своего максимума в опытных вариантах на четвертые сутки, а активность её отмечается на протяжении семи суток проращивания. Это связано с тем, что на опытных вариантах более интенсивно протекают окислительно-восстановительные реакции. Результаты приведены в таблице 2.

При прорастании семян происходит увели-

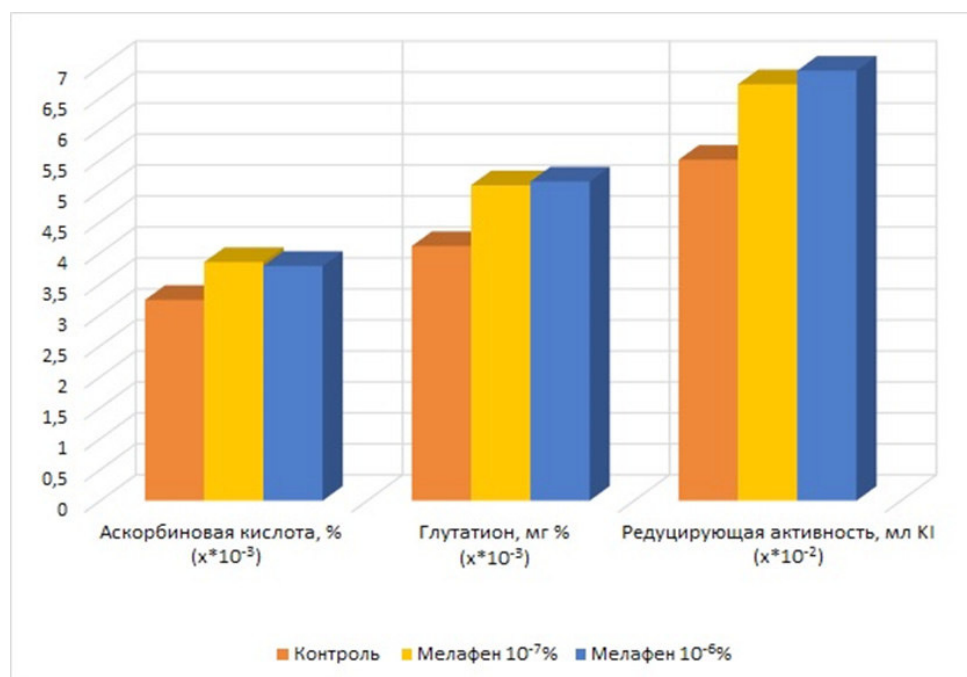


Рис. 7 - Влияние препарата «Мелафен» на содержание аскорбиновой кислоты, глутатиона и редуцирующей активности тканей сахарной свёклы



Таблица 3

Влияние мелафена на содержание аскорбиновой кислоты, глутатиона и редуцирующей активности тканей яровой пшеницы

Вариант	Аскорбиновая кислота, мг %	Глутатион, мг %	Редуцирующая активность KJ, мл
Контроль	$4,23 \cdot 10^{-3}$	$5,12 \cdot 10^{-3}$	$6,5 \cdot 10^{-2}$
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}$ %	$4,35 \cdot 10^{-3}$	$9,20 \cdot 10^{-3}$	$8,0 \cdot 10^{-2}$
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}$ %	$4,33 \cdot 10^{-3}$	$6,34 \cdot 10^{-3}$	$6,9 \cdot 10^{-2}$

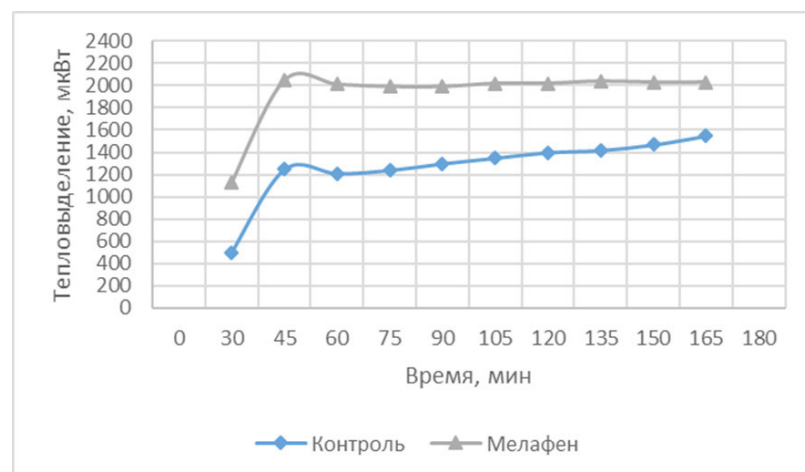


Рис. 8 - Тепловыделение семян сахарной свеклы под действием мелафена, мкВт/г сырой массы

чение суммарной активности  $\alpha$ - и  $\beta$ -амилазы и отдельно  $\alpha$ -амилазы. Аналогичные данные при обработке семян пектином из амаранта [12].

Под влиянием мелафена у сахарной свёклы происходит увеличение содержания аскорбиновой кислоты на 16,9-18,8 %, глутатиона – на 23,8-25,3 % (рис. 7).

Следует отметить, что увеличение общей редуцирующей способности ткани проростков свидетельствует об их высокой экологической пластичности. Известно, глутатион работает на поддержание окислительно-восстановительного потенциала в клетке. Аналогичные данные получены на яровой пшенице (табл. 3).

Мелафен регулирует энергетический обмен при прорастании семян на примере сахарной свеклы, создавая благоприятный энергетический баланс, повышающий биологическую полноценность семян. При этом увеличивается и общая скорость теплопродукции, характеризующая эффективность использования энергии. Поскольку интегральным показателем физиологического состояния растительной клетки является скорость тепловыделения, этот показатель отражает конечные результаты взаимодействия всех функциональных систем растительного организма (рис. 8).

Анализ результатов исследований, представленных на рисунке 8, показывает, что скорости теплопродукции в опытных вариантах не-

сколько выше контрольных величин при действии мелафена, что прежде всего связано с активацией энергетических, ферментативных и метаболических процессов под влиянием мелафена.

Таким образом, результаты представленных данных показывают, что мелафен проявляет высокую эффективность в качестве регулятора первичного метаболизма, так как оказывает широкое действие на окислительно-восстановительные процессы клетки, сходные с различными проявлениями действия фитогормонов.

Все вышеперечисленные физиолого-биохимические процессы под действием различных обработок улучшают посевные качества семян и усиливают ростовые функции проростков. За счет усиления аттрагирующих процессов в результате увеличивается набухаемость семян, т. е. увеличивается темп водопотребления до начала прорастания (24 часа) от 1,5 до 7 % по отношению к контролю. Аналогичная картина наблюдается и с озимой пшеницей с различными регуляторами роста (табл. 4).

Обработка семян регуляторами роста положительно влияет на набухаемость семян озимой пшеницы. Водопотребление идёт в первые четыре часа намачивания и колеблется в пределах 112,2-124,2 %. На вторые сутки с момента намачивания семян уровень оводнённости от 49,6 до 59,9 %. Установлено, что набухание семян озимой пшеницы приводит к усилению дыхания. Интенсивность дыхания возрастает от 164,4 до 194,9 мкл/ч сырой массы.

Таким образом, предпосевная обработка семян различными физическими и химическими факторами, регуляторами роста биологического происхождения усиливает физиолого-биохимические и энергетические процессы в прорастающих семенах, повышает активность окислительно-восстановительных и гидролитических ферментов, что приводит к повышению качества

Таблица 4

## Набухаемость семян озимой пшеницы, % к воздушно-сухой массе

Время, час	Вариант				
	Контроль	Гиббереллин	Гуми	Пектин	Фитоспорин
1	112,2±0,49	113,5±0,18	112,9±0,78	113,3±0,46	112,5±0,64
2	114,3±0,56	117,0±0,30	115,8±0,39	117,5±0,75	115,6±0,34
4	121,6±0,75	123,7±0,74	124,2±0,71	122,8±1,27	120,6±0,96
6	127,7±1,29	130,9±0,60	127,8±0,48	128,7±0,77	125,6±1,11
12	139,1±1,19	141,0±0,68	140,7±0,34	139,9±0,61	140,0±0,72
24	149,6±0,85	153,9±0,96	152,7±0,90	151,9±0,56	153,5±0,90
36	156,2±1,33	160,0±1,64	158,1±0,41	156,6±0,78	156,6±0,52
48	160,2±0,83	164,3±0,79	163,8±1,37	162,6±0,55	163,0±1,12

Таблица 5

## Действие физических воздействий на урожайность яровой пшеницы сорта Кутулукская, т/га

Вариант	Год проведения опыта							Средняя урожайность
	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	
Контроль	1,56	2,07	2,79	4,09	3,52	3,03	2,61	2,81
γ-лучи	1,59	2,26	2,92	4,34	3,62	3,46	3,20	3,05
Лазер	1,69	2,18	2,87	4,34	3,67	3,40	2,85	3,00
Плазма	1,73	2,24	2,98	4,34	3,62	3,48	3,05	3,06
НСР <sub>05</sub>	0,83	0,51	1,10	2,00	1,10	2,20	2,10	

Таблица 6

## Урожайность яровой пшеницы в условиях орошения, т/га (Старомайский Госсортоучасток)

Вариант опыта	Год исследований			
	1985 год	1986 год	1987 год	Средняя урожайность
Сорт Кутулукская				
Контроль	3,81	4,84	1,85	3,50
Лазер	3,65	5,08	2,29	3,67
Плазма	4,20	5,45	2,21	3,95
НСР <sub>05</sub>	1,60	2,30	1,40	
Сорт Ершовская 32				
Контроль	4,12	4,98	3,80	4,30
Лазер	4,47	5,39	4,08	4,64
Плазма	5,36	5,74	4,21	5,10
НСР <sub>05</sub>	3,0	3,6	1,9	
Сорт Симбирка				
Контроль	3,76	4,58	2,78	3,71
Лазер	4,53	5,26	2,99	4,26
Плазма	4,89	5,55	3,12	4,52
НСР <sub>05</sub>	3,4	3,7	2,0	
Сорт Безенчукская 139				
Контроль	3,52	3,53	3,54	3,53
Лазер	4,23	3,68	4,98	4,29
Плазма	4,47	4,08	4,31	4,28
НСР <sub>05</sub>	3,2	1,4	2,1	

Таблица 7

## Урожайность озимой пшеницы под влиянием регуляторов роста, т/га

Вариант		Год исследований			Средняя урожайность	Прибавка, т/га
		2004 год	2005 год	2006 год		
фон неудобренный	Контроль	2,75	2,40	2,07	2,41	—
	Гуми	3,27	2,68	2,39	2,78	0,37
	Гуми Si	3,28	2,74	2,43	2,82	0,41
	Гиббереллин	3,57	2,48	2,26	2,77	0,36
	Пектин	3,23	2,58	2,24	2,68	0,27
фон удобренный	Контроль	4,07	3,04	3,02	3,37	—
	Гуми	4,31	3,38	3,21	3,63	0,26
	Гуми Si	4,37	3,29	3,34	3,67	0,29
	Гиббереллин	4,10	3,16	3,13	3,46	0,09
	Пектин	4,44	3,26	3,18	3,63	0,25
НСР <sub>05</sub>	фактор А (минеральные удобрения)	0,085	0,076	0,082		
	фактор Б (регуляторы роста)	0,134	0,120	0,146		

семян, повышению продуктивности сельскохозяйственных растений, устойчивости к неблагоприятным факторам среды и улучшению качества продукции.

Результаты многолетних экспериментов показывают на однотипность реакций разных факторов воздействия на семена. Изменения физиолого-биохимических функций качественно сходны, но количественно могут различаться, т. е. проявляется универсальность реакции растений на действия различных физических и других факторов.

Нашими многолетними исследованиями установлено, что изменение физиолого-биохимических процессов в семенах при их прорастании под действием разных физических и химических факторов усиливает разные стороны метаболизма в зависимости от растения (углеводный, белковый, липидный и др.). За счёт этих изменений усиливаются ростовые процессы, накапливается биомасса, что позволяет при равном плодородии почвы более полно использовать имеющиеся в наличии минеральные питательные вещества, активируются оксидоредуктазы, углеводный метаболизм и фотосинтетическая деятельность растений. На базе активированных процессов более энергично, чем в контроле, протекают процессы синтеза, а следовательно, рост и развитие растений, что в конечном результате приводит к повышению урожайности сельскохозяйственных растений (табл. 5).

Аналогичные данные получены на орошаемом Госсортучастке при зашифрованных опытах

Госкомиссией по сортоиспытанию (таблица 6).

Под влиянием синтетического гормона гиббереллина и природных регуляторов роста аналогично физическим факторам происходит повышение урожайности (табл. 7).

Аналогичные данные получены при действии мелафена и пирафена на семена озимой пшеницы и сахарной свёклы, урожайность озимой пшеницы в среднем за 2006-2008 годы повышается на 8,6-13,5 %, при урожае на контроле 2,8 т/га, а сахарной свёклы в среднем за 2012-2015 годы – на 5,6 %, а при сочетанном действии с нереутилизируемыми микроэлементами – на 12,5-27,2 %.

Результаты исследований показывают (таблица 8), что в среднем за годы исследований урожайность на опытных вариантах без применения минеральных удобрений увеличивается на 0,12-0,41 т/га и на 0,11-0,60 т/га на вариантах с внесением удобрений. Наибольшую прибавку в 27,07 % обеспечивает Гуми совместно с внесением минеральных удобрений. Использование же протравителя (Раксона) способствует снижению урожайности на 3,62-6,77 % в зависимости от внесения удобрения.

Низкая урожайность озимой пшеницы обусловлена неблагоприятными условиями для её произрастания. Большое количество растений погибло из-за засухи, наблюдавшейся в летний период 2008 года, и весенней засухи, высоких температур и отсутствия осадков в летние месяцы 2009 года, а сорт озимой пшеницы Ларс оказался неустойчивым к недостатку влаги. Однако



Таблица 8

## Влияние регуляторов роста на урожайность озимой пшеницы, т/га

Вариант		Урожайность, т/га			Прибавка к контролю	
		2008 год	2009 год	Средняя урожайность	т/га	%
Контроль		1,37	1,29	1,33	–	–
Гиббереллин		1,50	1,46	1,48	0,15	11,28
Пектин		1,66	1,58	1,62	0,29	21,80
Фитоспорин		1,46	1,44	1,45	0,12	9,02
Гуми		1,85	1,62	1,74	0,41	30,83
Протравитель		1,32	1,15	1,24	-0,09	-6,77
Контроль + NPK		2,25	2,17	2,21	–	–
Гиббереллин + NPK		2,35	2,28	2,32	0,11	4,98
Пектин + NPK		2,75	2,59	2,67	0,46	20,81
Фитоспорин + NPK		2,40	2,25	2,33	0,12	5,43
Гуми + NPK		2,96	2,65	2,81	0,60	27,15
Протравитель + NPK		2,20	2,05	2,13	-0,08	-3,62
НСР <sub>05</sub>	фактор А (минеральные удобрения)	0,09	0,08	0,05		
	фактор Б (регуляторы роста)	0,16	0,13	0,09		

Таблица 9

## Урожайность сахарной свёклы в зависимости от регулятора роста, т/га

Вариант	Год исследований			Прибавка		
	2009 год	2010 год	2011 год	средняя	т/га	% к контролю
Контроль	30,5	26,2	48,8	35,1	–	100,0
Акварин	32,4	26,9	50,9	36,7	1,6	104,5
Мелафен	33,9	28,0	51,6	37,8	2,7	107,6
Пирафен	31,9	28,4	51,8	37,3	2,2	106,2
Акварин + Мелафен	33,9	28,3	52,1	38,1	3,0	108,5
Акварин + Пирафен	33,8	28,7	51,9	38,1	3,0	108,5

Таблица 10

## Урожайность сахарной свёклы в производственных условиях, т/га

Вариант	Год исследований					Средняя урожайность, т/га	Прибавка	
	2012	2013	2014	2015	2016		т/га	% к кон- тролю
	Площадь, га							
	225	225	300	800	800			
Контроль	44,6	53,3	34,7	29,1	41,7	40,7	–	100,0
Акварин + мелафен + H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	49,2	58,9	38,9	32,3	46,2	45,1	4,4	110,8

значительные прибавки свидетельствуют о повышении урожайности под действием регуляторов роста.

Положительный эффект получен при применении акварина и регулятора роста нового поколения мелафена и пирафена при обработке агроценоза сахарной свёклы в фазу 5-6 листьев и начала формирования корнеплодов (табл. 9).

В производственных условиях на больших площадях при добавлении в растворы мелафена, пирафена и борной кислоты урожайность повышается на 10,8 % (табл. 10).

Наибольшая урожайность получена в более благоприятные 2012 и 2013 годы. Препараты сработали даже в экстремальных 2014 и 2015 годах, особенно в 2015 году, когда после посева

более 70 дней не было осадков.

Таким образом, многолетние исследования показывают на единообразие результатов применения физических, химических и природных факторов воздействия, т. е. во всех случаях происходит увеличение урожайности. В основе единообразия этих результатов лежит универсальность физиолого-биохимических реакций.

#### Библиографический список

1. Кузин, А.М. Теоретические основы метода предпосевного облучения семян / А.М. Кузин // Радиобиология. – 1961. – Т.1. – №4. – С.598-600.
2. Кузин, А.М. Теоретические основы метода предпосевного облучения семян / А.М. Кузин // В книге: Предпосевное облучение семян с.-х. культур. – М.: Издательство АН СССР, 1963. – С.5-12.
3. Кузин, А.М. Структурно-метаболическая гипотеза в радиобиологии / А.М. Кузин. – Москва: «Наука», 1970. – 284 с.
4. Батыгин, Н.Ф. К вопросу о понимании процессов радиации / Н.Ф. Батыгин // Предпосевное облучение семян с.-х. культур. – М.: Изд. АН СССР, 1963. – С. 21-27.
5. Ложникова, В.Н. Методы определения фитогормонов, ингибиторов роста, дефолиантов и гербицидов / В.Н. Ложникова, Л.П. Хлопенкова, М.Х. Чайлахян. – М.: Наука, 1973. – 45 с.
6. Плешков, Б.П. Практикум по биохимии растений / Б.П. Плешков. – М.: Колос, 1985. – 254 с.
7. Костин, В.И. Теоретические и практические аспекты предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур физическими и химическими факторами / В.И. Костин. – Ульяновск, 1998. – 120 с.
8. Костин, В.И. Предпосевная обработка семян сельскохозяйственных культур плазменным излучением / В.И. Костин, В.И. Ермохин. – Ульяновск, 1988. – 32 с.
9. Костин, В.И. Использование физических воздействий в растениеводстве / В.И. Костин, В.С. Хлебный. – М.: 1995. – 238 с.
10. Офицеров, Е.Н. Углеводы амаранта и их практическое влияние / Е.Н. Офицеров, В.И. Костин // Изд. РАН: Уральское отделение; Ульяновск. – 2001. – 180 с.
11. Костин В.И. Элементы минерального питания и росторегуляторы в онтогенезе сельскохозяйственных растений: монография / В.И. Костин, В.А. Исайчев, О.В. Костин. – Москва: Изд. «Колос», 2006. – 290 с.
12. Костин, В.И. Пектин из амаранта в технологии возделывания сельскохозяйственных культур для получения экологически чистой продукции: монография / В.И. Костин, О.В. Костин, О.Г. Музурова, А.В. Романов, Е.Н. Офицеров. – Ульяновск, 2009. – 130 с.
13. Костин, В.И. Перспективы использования фиторегулятора мелафен в растениеводстве / В.И. Костин, О.В. Костин / Ульяновск: Изд. РАЕН, 2011. – 128 с.
14. Костин, В.И. Перспективы использования в растениеводстве регулятора роста нового поколения – мелафена / В.И. Костин, В.А. Исайчев, О.Г. Музурова // Мелафен: механизм действия и области применения. – Казань: «Печать-Сервис XXI век», 2014. – С.208-234.
15. Kostin, V.I. Technologic qualities of sugar beet root crops in foliage application of melafen and trace elements / V.I. Kostin, V.A. Isaychev, V.A. Oshkin, E.E. Syapukov // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2017. – Volume 8. – №1. – P. 1780-1787.
16. Kostin, V.I. Influence of melafen on redox enzymes in sprouting sugar beet / V.I. Kostin, V.A. Oshkin // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2017. – Volume 8. – №1. – P. 1788-1795.
17. Kostin, V.I. Prospects of use of growth regulators of new generation and microelements-synergists in technology of cultivation of a sugar beet / V.I. Kostin, A.V. Dozorov, V.A. Isaychev, V.A. Oshkin // Proceedings of International scientific and technical Conference named after Leonardo da Vinci. №2. – Berlin: Wissenschaftliche Welt e. V., 2014. – P. 41-50.

#### TO THE ISSUE OF STIMULATION OF AGRICULTURAL PLANTS UNDER THE INFLUENCE OF PHYSICAL AND CHEMICAL FACTORS FOR SEED TREATMENT

Kostin V.I., Dozorov A.V., Isaychev V.A.  
FSBEI HE Ulyanovsk SAU

432017, Ulyanovsk, Novy Venetz Boulevard, 1; tel.: +79063924220, bio-kafedra@yandex.ru

*Key words: universality, air-dry seeds, melaphen, pectin, pre-sowing irradiation, ascorbic acid, glutathione, energy metabolism, swelling of seeds.*

*Long-term studies are presented in the form of a short review article on the study of the effects of various physical, chemical factors and growth regulators for understanding the processes of stimulation of growth processes. Physiological-biochemical and metabolic changes were established under the influence of the factors used. It has been established that the first process that occurs is a change of cytoplasm viscosity, as a result, the rate of respiration and activity of the oxidoreductase activity change. One of the important indicators of this action is the occurrence of long-lived radicals when using physical factors. It should be noted that one of the main reasons for stimulating seeds should be considered the accelerated occurrence of gibberellic substances, which affect the change of activity and direction of metabolic processes. As a result of physiological and biochemical processes, the seed quality improves. With the*

germination of seeds, the activity of the enzyme catalase, total activity of  $\alpha$ - and  $\beta$ -, and separately  $\alpha$ -amylase increase. As a result, the content of ascorbic acid and glutathione increases, the reducing-oxidizing potential in the cell intensifies due to an increase in the overall reducing ability of seedling tissues. All the above mentioned physiological and biochemical processes improve the seed quality and enhance the growth functions of seedlings, which leads to an increase in the production process and yield. The spring wheat yield increases by 6.7-8.8% under the influence of physical factors, control yield - 2.81 t / ha. The varieties showed different reaction at the State variety test plot: Kutulukskaya variety yield increased by 4.8-12.8%; Ershovskiy 32 - by 7,9-18,6%; Simbirka - by 14,8-21,8%; Bezenchukskaya 139 - by 21.5%. The winter wheat yield rises by 0.27-0.41 t / ha under the influence of various regulators, with a yield of 2.41 t / ha (unfertilized) of the control, and by 0.09-0.29 t / ha with fertilizer application, control - 3,37 t / ha. The yield of sugar beet increases by 4.5-8.5% in field experiments, in production ones - by 10.8%.

#### Bibliography

1. Kuzin, A.M. Theoretical foundations of the method of pre-sowing seed irradiation / A.M. Kuzin // Radiobiology. - 1961. - Volume 1, №4. - P.598-600.
2. Kuzin, A.M. Theoretical foundations of the method of pre-sowing seed irradiation / A.M. Kuzin // Presowing irradiation of seeds of agricultural crops. - Moscow: Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1963. - P.5-12.
3. Kuzin, A.M. Structural-metabolic hypothesis in radiobiology / A.M. Kuzin. - Moscow: «Nauka», 1970. - 284 p.
4. Batygin, N.F. To the issue of understanding the processes of radiation / N.F. Batygin // Pre-sowing irradiation of seeds of agricultural crops. - Moscow: Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1963. - P. 21-27.
5. Lozhnikova, V.N. Methods for determination of phytohormones, growth inhibitors, defoliant and herbicides / V.N. Lozhnikova, L.P. Khlopenkova, M.Kh. Chailakhyan. - Moscow: Nauka, 1973. - 45 p.
6. Pleshkov, B.P. Practice book on plant biochemistry / B.P. Pleshkov. - Moscow: Kolos, 1985. - 254 p.
7. Kostin, V.I. Theoretical and practical aspects of pre-sowing seed treatment of agricultural crops by physical and chemical factors / V.I. Kostin. - Ulyanovsk, 1998. - 120 p.
8. Kostin, V.I. Pre-sowing treatment of seeds with plasma radiation / V.I. Kostin, V.I. Yermokhin. - Ulyanovsk, 1988. - 32 p.
9. Kostin, V.I. Use of physical impact in plant growing / V.I. Kostin, V.S. Khlebnii. - M., 1995. - 238 p.
10. Ofitserov, E.N. Amaranth carbohydrates and their practical effect / E.N. Ofitserov, V.I. Kostin. - Ulyanovsk: Publishing house of RAS: The Ural Branch, 2001. - 180 p.
11. Kostin, V.I. Elements of mineral nutrition and growth regulators in the ontogeny of agricultural plants: monograph / V.I. Kostin, V.A. Isaychev, O.V. Kostin. - Moscow: Publishing house «Kolos», 2006. - 290 p.
12. Amaranth pectin in cultivation technology of agricultural crops for gaining non-polluting production: monograph / V.I. Kostin, O.V. Kostin, O.G. Muzurova, A.V. Romanov, E.N. Ofitserov. - Ulyanovsk, 2009. - 130 p.
13. Kostin, V.I. Prospects of melaper phyto-regulators in plant growing / V.I. Kostin, O.V. Kostin. - Ulyanovsk: Publishing house of RANS, 2011. - 128 p.
14. Kostin, V.I. Prospects of using a new generation growth regulator - melafen in plant growing / V.I. Kostin, V.A. Isaychev, O.G. Muzurova // Melafen: mechanism and field of application. - Kazan: «Pechat-Service XXI Vek», 2014. - P.208-234.
15. Technologic qualities of sugar beet root crops in foliage application of melafen and trace elements / V.I. Kostin, V.A. Isaychev, V.A. Oshkin, E.E. Syapukov // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. - 2017. - Volume 8, №1. - P. 1780-1787.
16. Kostin, V.I. Influence of melafen on redox enzymes in sprouting sugar beet / V.I. Kostin, V.A. Oshkin // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. - 2017. - Volume 8, №1. - P. 1788-1795.
17. Prospects of use of growth regulators of new generation and microelements-synergists in technology of cultivation of a sugar beet / V.I. Kostin, A.V. Dozorov, V.A. Isaychev, V.A. Oshkin // Proceedings of International scientific and technical Conference named after Leonardo da Vinci. №2. - Berlin: Wissenschaftliche Welt e. V., 2014. - P. 41-50.