

4.1.3. АГРОХИМИЯ, АГРОПОЧВОВЕДЕНИЕ, ЗАЩИТА И КАРАНТИН РАСТЕНИЙ  
(СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 631.811

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2024\_2\_34

EDN: DIGHUR

**Эффективность применения регулятора роста природного происхождения  
для проращивания семян различных сельскохозяйственных культур**

Наталья Леонидовна Багнавец<sup>1✉</sup>, Марина Викторовна Григорьева<sup>2</sup>,  
Алла Вячеславовна Осипова<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева,  
Москва, Россия

<sup>1</sup> nbagnavec@yandex.ru<sup>✉</sup>

**Аннотация.** Одним из перспективных направлений развития растениеводства является повышение урожайности сельскохозяйственных культур и улучшение качества получаемой продукции за счет применения регуляторов роста растений природного происхождения. При грамотном применении этих веществ в современных агротехнологиях, например технологии точного земледелия, можно достичь высоких результатов при относительно небольших затратах. Представлено описание и примерный химический состав регулятора роста природного происхождения Рафитур, полученного из проростков клубней картофеля в результате последовательности утвержденных технологических операций. В условиях лабораторного опыта было проведено поэтапное испытание препарата для выявления его эффективности при проращивании семян различных сельскохозяйственных культур, широко применяемых на территории Российской Федерации. Приводятся результаты скрининговых испытаний при проращивании семян льна, риса и томата. Семена обрабатывали растворами препарата Рафитур различной концентрации и определяли такие показатели, как энергия прорастания, всхожесть, длина корешка и длина проростка. Опыт проводили в течение 14 дней, в трехкратной повторности по всем культурам. Семена выдерживали в течение определенного времени в растворах с различными концентрациями препарата. Исходным раствором для последующего разбавления служил раствор препарата с концентрацией 1 г/л. В качестве контроля был принят вариант проращивания семян с использованием чистой воды. В ходе поэтапного эксперимента было подтверждено стимулирующее действие препарата на всех испытываемых культурах, определены оптимальные концентрации для максимальной всхожести, энергии прорастания семян и развития проростков. Показана эффективность применения препарата природного происхождения Рафитур в сверхмалых концентрациях для предпосевной обработки семян льна, риса и томата.

**Ключевые слова:** стимуляторы роста растений, всхожесть, энергия прорастания, органическое сельское хозяйство, предпосевная обработка семян

**Для цитирования:** Багнавец Н.Л., Григорьева М.В., Осипова А.В. Эффективность применения регулятора роста природного происхождения для проращивания семян различных сельскохозяйственных культур // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 2(81). С. 34–43. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2024\\_34-43](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_34-43).

4.1.3. AGRICULTURAL CHEMISTRY, AGRONOMIC SOIL SCIENCE,  
PROTECTION AND QUARANTINE OF PLANTS (AGRICULTURAL SCIENCES)

Original article

**Efficiency of growth regulator of natural origin application  
for germinating seeds of various agricultural crops**

Natalya L. Bagnavets<sup>1✉</sup>, Marina V. Grigoryeva<sup>2</sup>, Alla V. Osipova<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Russian Timiryazev State Agrarian University, Moscow, Russia

<sup>1</sup> nbagnavec@yandex.ru<sup>✉</sup>

**Abstract.** One of the promising areas of crop production development is to increase crop yields and improve the quality of products through the use of plant growth regulators of natural origin. With the proper use of these substances and modern agricultural technologies, for example, precision farming technology, high results can be achieved at relatively low cost. The description and approximate chemical composition of the Rafitur growth regulator of natural origin obtained from potato tuber seedlings as a result of a sequence of certain technological operations are presented. In the conditions of laboratory experiment, a step-by-step test of the preparation was carried out to determine its effectiveness in germinating seeds of various crops widely used in the territory of the

Russian Federation. The results of screening tests for the germination of flax, rice and tomato seeds are presented. The seeds were treated with solutions of the Rafitur preparation of various concentrations, and biometric parameters such as seed germination, seed vigor, root length and seedling length were determined. The experiment was carried out for 14 days, in threefold repetition with seeds of all cultures. The seeds were kept for a certain time in solutions with different concentrations of the growth regulator. The initial solution for subsequent dilution was a solution of the preparation with a concentration of 1 g/l. As a control, the option of germination of seeds using water was adopted. During a step-by-step experiment, the stimulating effect of the growth regulator was confirmed on all test cultures. The optimal concentrations for maximum seed germination, seed vigor and seedling development have been determined. The effectiveness of the use of the Rafitur growth regulator of natural origin in ultra-low concentrations for the pre-sowing treatment of flax, rice and tomato seeds has been shown.

**Keywords:** plant growth stimulants, seed germination, seed vigor, organic agriculture, pre-sowing seed treatment  
**For citation:** Bagnavets N.L., Grigoryeva M.V., Osipova A.V. Efficiency of growth regulator of natural origin application for germinating seeds of various agricultural crops. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024;17(2):34-43. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2024\\_2\\_34-43](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_2_34-43).

**В**ведение  
Массовое использование в последние десятилетия минеральных удобрений, химических средств защиты растений, защитно-стимулирующих комплексов различного состава привело к губительным последствиям для биоценозов. Проявлением этого является загрязнение почв, водных ресурсов, накопление вредных веществ в растениях в процессе вегетации. Единственная реальная альтернатива использованию традиционных синтетических средств в сельскохозяйственном производстве – поиск эффективных функциональных аналогов, имеющих природное происхождение [5, 7].

Одним из направлений развития сельского хозяйства в современных условиях является внедрение системы органического земледелия, предполагающей использование вместо химически синтезированных гербицидов, стимуляторов роста и минеральных удобрений веществ природного происхождения с теми же параметрами влияния на рост и развитие сельскохозяйственных культур. По данным Национального органического союза, органическое сельское хозяйство на сегодняшний день развивается в 179 странах мира. В этом секторе занято более 2 млн производителей. В связи с быстрым развитием этого направления сельского хозяйства в 89 странах разработаны собственные законы, касающиеся производства и оборота органической продукции.

В настоящее время в круг задач сельхозтоваропроизводителей входит не только повышение урожайности сельскохозяйственных культур, но и улучшение качества получаемой продукции, в том числе за счет применения регуляторов роста растений природного происхождения [2, 9]. При грамотном применении этих веществ в современных агротехнологиях, например технологии точного земледелия, можно достичь высоких результатов при относительно небольших затратах.

Следует отметить, что регуляторы роста растений находят применение как в крупных хозяйствах (агрохолдинги) АПК, так и в крестьянских (фермерских) хозяйствах при выращивании различных видов сельскохозяйственной продукции [8]. Они могут быть использованы как для предпосевной обработки семян, так и для обработки вегетирующих растений. Обработка семян способствует повышению энергии прорастания, всхожести семян, устойчивости будущих растений к стрессам и заболеваниям. Обработка вегетирующих растений благоприятно сказывается на резистентности к возможным негативным факторам окружающей среды, а также приводит к увеличению урожайности и получению продукции высокого качества.

В экспериментальной работе был использован растительный регулятор урожайности Рафитур (РФУ). Этот препарат представляет собой растительный экстракт из отходов картофелеводства, то есть из клубней, не реализованных в торговой сети и используемых в качестве посевного материала в следующем календарном периоде.

Готовый препарат Рафитур получают из картофеля в ювенальный период онтогенеза в результате следующих последовательно выполняемых технологических операций: подготовка сырья (переборка и сортировка клубней картофеля), измельчение сырья и экстракционное извлечение водорастворимых веществ, разделение полученного экстракта на две формы – фильтрат и концентрат – с помощью ультрафильтрации. Фильтрат и концентрат отличаются размером входящих в их состав соединений: в фильтрате присутствуют соединения с размером частиц менее 30 кД, а в концентрате – более 30 кД. Завершает технологическую цепочку лиофильная сушка экстракта и фильтрата, в результате которой получают готовую форму препарата Рафитур.

Готовая форма препарата представляет собой порошок светло-коричневого цвета, хорошо растворимый в воде. Растворы нужной концентрации для замачивания семян или обработки вегетирующих растений готовят непосредственно перед использованием.

Методами ИК-спектроскопии, масс-спектротомии, фотоколориметрии и другими методами инструментального анализа был определен химический состав РФУ по основным макро- и микрокомпонентам (табл. 1).

**Таблица 1. Химический состав регулятора роста природного происхождения по основным компонентам**

Название компонента	Содержание, масс.%
Белок	29,70 ± 2,97
Свободные аминокислоты	5,41 ± 0,12
Моно- и дисахариды	26,10 ± 2,17
Калий	6,75 ± 0,21
Фосфор	1,37 ± 0,07
Микроэлементы:	
Fe	0,017
Zn	0,012
Mn	0,0015

Из данных таблицы 1 видно, что РФУ содержит значительное количество белка, моно- и дисахаридов, свободных аминокислот. Эти вещества оказывают стимулирующее действие на всех фазах развития растения и, безусловно, способствуют активному развитию семян растений. Наличие основных макроэлементов (азота, фосфора, калия) также необходимо для обеспечения проростков всеми необходимыми питательными веществами. Наличие фитогормонов различной природы, с одной стороны, ускоряет запуск метаболических процессов в семенах, а с другой – способствует запуску механизмов, ответственных за устойчивость к различным видам стрессов (засухо-, жаро-, холодостойкость) [6].

Если говорить о влиянии микроэлементов на развитие и рост растений, следует отметить, что железо участвует в двух наиболее важных для растения процессах – фотосинтезе и дыхании. Недостаток железа сказывается на снижении содержания в листьях хлорофилла и подавлении активности фотосистем. Изменения фотосинтеза отражаются на углеводном обмене растений, в частности наблюдается снижение содержания сахаров и крахмала в листьях, что приводит к отставанию в росте. Цинк входит в состав многочисленных ферментов, отвечает за синтез ростовых веществ, например участвует в синтезе ауксина, способствует лучшему прорастанию семян и формированию стрессоустойчивости растения на более поздних стадиях онтогенеза. Марганец является важным микроэлементом, соединениями которого (сульфатом марганца) обра-

батывают семена перед посевом, поскольку он стимулирует белковый обмен, способствует лучшему усвоению фосфора и кальция, синтезу хлорофилла, повышает устойчивость растений к неблагоприятным факторам.

Кроме основных компонентов питания, растениям для благополучного развития необходимо наличие таких питательных веществ, как фитогормоны. Мы рассматриваем препарат, полученный из клубней картофеля в начальный и ювенильный период онтогенеза, когда они являются источником питательных веществ и фитогормонов для устойчивого развития проростков [1, 4]. В таблице 2 представлены данные по содержанию фитогормонов в проростках картофеля, из которых видно, что в фазе трехдневных глазков присутствуют гиббереллины, цитокинины, небольшое количество абсцизовой кислоты (АБК). У двухнедельных растений повышается содержание АБК при снижении количества остальных ростостимулирующих фитогормонов.

**Таблица 2. Содержание фитогормонов в проростках картофеля в разные фазы онтогенеза**

Фаза онтогенеза	Содержание фитогормонов, мкг/г сухой массы		
	Гиббереллины	Цитокинины	Абсцизовая кислота
Трехдневные глазки прорастающих клубней	23,95 ± 1,63	2,83 ± 0,20	1,36 ± 0,12
Двухнедельные стебли картофеля (ювенильные растения)	7,20 ± 0,50	0,31 ± 0,03	73,75 ± 5,85

Известно, что цитокинины стимулируют деление клеток (цитокинез), гиббереллины приводят к активизации прорастания семян, а абсцизовая кислота тормозит активный рост и отвечает за стрессоустойчивость растений к изменяющимся условиям развития [3].

Функциональное влияние фитогормонов на растения может иметь характер антагонизма, синергизма или аддитивности. Цитокинины и ауксины являются синергистами при индукции клеточного деления. Однако по отношению к направлениям формирования растения их действие может быть антагонистичным. Например, 3-индолилуксусная кислота (ИУК), один из стимуляторов роста растений из группы ауксинов, активизирует развитие верхушки стебля, но замедляет рост пазушных почек, в то время как увеличение содержания цитокининов в верхушке стебля подавляет действие ИУК, что, в свою очередь, приводит к заметному развитию боковых почек растения.

Однонаправлено с ауксинами действуют гиббереллины, контролируя развитие семян и усиливая рост стебля. Антагонистом гормонам-активаторам роста является абсцизовая кислота (АБК), которая отвечает за перевод растения и его органов в состояние покоя. Кроме того, АБК синтезируется растением в качестве ответа на стресс, что способствует его приспособлению к негативным условиям. Известно, что для выживания в условиях стресса растение тратит больше энергии для запуска антистрессовых программ, что приводит к снижению энергообеспечения процессов продуктивности. В связи с этим в растениеводстве считается актуальным применение фитогормонов, обладающих антистрессовым эффектом. Фитогормоны в очень низких концентрациях могут регулировать протекание метаболических процессов, вызывая при этом способность различных сельскохозяйственных культур противостоять широкому спектру стрессовых воздействий и, что самое главное, поддерживать их высокую продуктивность в условиях стресса.

Как известно, в составе проростков картофеля в различные фазы онтогенеза (табл. 2) присутствуют фитогормоны разной природы. Можно сказать, что подобный состав является сбалансированным для стимулирующего воздействия на семена и вегетирующие растения, а также для повышения устойчивости растений к возможным стрессовым условиям.

Таким образом, благодаря сбалансированному химическому составу экстракта, полученного из проросших клубней картофеля, биорегулятор Рафитур может быть признан функциональным аналогом регуляторов роста растений синтетического происхождения. Кроме того, его использование исключает такие губительные для биоценозов последствия, как химическое загрязнение почв, природных вод, нарушение микрофлоры почв, воды и воздуха и др.

Целью проведенных исследований являлось определение эффективности применения препарата растительного происхождения Рафитур для предпосевной обработки семян различных сельскохозяйственных культур, таких как лен, рис, томат, имеющих большое значение для российского агропромышленного комплекса. Кроме этого, необходимо было определить оптимальные концентрации РФУ, соответствующие максимальным значениям выбранных показателей.

Лабораторные испытания препарата Рафитур проводили с использованием помещений и оборудования кафедры химии РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева.

В ходе эксперимента определяли такие биометрические показатели, как:

- энергия прорастания семян (энергия прорастания (ЭП) – процент проросших семян растений. Величина ЭП семян является характеристикой, которая показывает способность растений в дальнейшем демонстрировать хорошую выживаемость в экстремальных условиях);

- всхожесть;

- размеры корешка и проростка (стебелька).

#### **Методика эксперимента**

Для исследований были взяты семена следующих культур:

- льна масличного, сорт ЛМ-98;

- риса, сорт Жасмин;

- томата, сорт Белый налив.

Лабораторный опыт по определению эффективных концентраций регулятора роста Рафитур проводили путем замачивания семян в чашках Петри на поверхности фильтровальной бумаги, увлажненной до предела водой. В каждую чашку Петри помещали по 20 семян каждой из трех исследуемых культур. Предварительно семена выдерживали в растворах препарата с концентрациями от  $10^{-10}\%$  (1 г/л) до  $10^{-9}\%$  ( $10^{-8}$  г/л), которые были приготовлены путем последовательного десятикратного разведения раствора с концентрацией 1 г/л.

Время экспозиции семян в растворах регулятора роста с различными концентрациями: для семян льна масличного и томата – 2–3 часа, для семян риса – 24 часа.

Опыт проведен в трехкратной повторности по концентрациям. В качестве контроля выступали чашки Петри, где находились семена, не прошедшие обработку препаратом Рафитур и смачиваемые чистой водой.

Условия проращивания семян: климатическая камера с температурой 25–28 °С и влажностью 85%. Периодически чашки открывали для проветривания, а фильтровальную бумагу смачивали водой.

В ходе скрининговых испытаний действия препарата Рафитур на процесс проращивания семян различных культур определяли:

- энергию прорастания семян – на 3–4-е сутки эксперимента;

- всхожесть семян – на 7–8-е сутки эксперимента;

- длину корешка и длину проростка как показатели интенсивности прорастания семян – на 7, 9, 11 и 13-е сутки.

В таблицах представлены результаты измерений, выполненных на 13-е сутки опыта.

**Результаты и их обсуждение**

*Результаты опыта по проращиванию семян льна масличного ЛМ-98*

На рисунке 1 представлен процесс проращивания семян льна.



**Рис. 1. Проращивание семян льна**

В таблице 3 представлены результаты влияния растительного фиторегулятора урожайности (РФУ) на энергию прорастания и всхожесть семян льна.

**Таблица 3. Энергия прорастания и всхожесть семян льна масличного при обработке препаратом РФУ различной концентрации**

№ п/п	Концентрация препарата РФУ, %	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %
0	Контроль (вода)	44	72
1	10 <sup>-1</sup>	36	67
2	10 <sup>-2</sup>	48	74
3	10 <sup>-3</sup>	46	75
4	10 <sup>-4</sup>	46	75
5	10 <sup>-5</sup>	47	74
6	10 <sup>-6</sup>	48	80
7	10 <sup>-7</sup>	51	80
<b>8</b>	<b>10<sup>-8</sup></b>	<b>53</b>	<b>88</b>
9	10 <sup>-9</sup>	47	80

Отмечено, что применение растительного фиторегулятора урожайности повышает практически при всех концентрациях энергию прорастания и всхожесть семян льна. Интересно, что при концентрации РФУ 10<sup>-1</sup>% наблюдалось некоторое снижение показателей. Однако при применении препарата, концентрация которого начиналась с 10<sup>-2</sup>%, можно отметить повышение показателей относительно контроля. Максимальный эффект наблюдался при концентрации препарата 10<sup>-8</sup>%. В этих условиях энергия прорастания семян была на 20%, а всхожесть – на 22% выше, чем на контроле.

На рисунке 2 представлены результаты измерения длины корешка (κ) и стебелька (с) в процессе скринингового опыта с разными концентрациями препарата. Из представленных на диаграмме размеров корешка и стебелька проростков льна в зависимости от концентрации препарата, безусловно, выделяется вариант 8 – замачивание семян в растворе с концентрацией регулятора роста 10<sup>-8</sup>%. На этом варианте длина корешка составила 50 мм, что на 48,5% превышало контрольное значение (33 мм). Длина стебелька на этом варианте была 53 мм, что на 76,6% превышало контрольный вариант (30 мм). Следует отметить устойчивость развития проростков на всех этапах опыта.

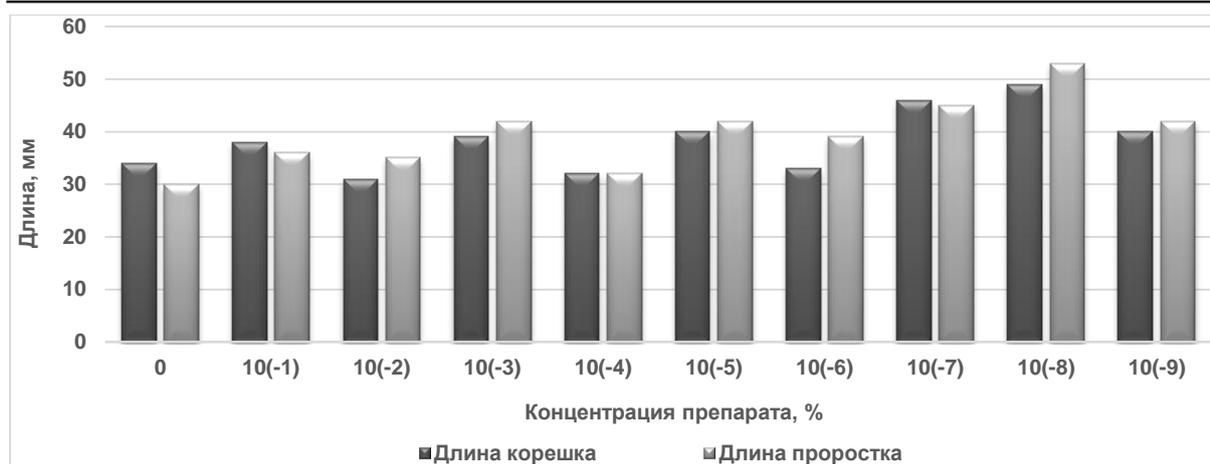


Рис. 2. Результаты проращивания семян льна на фоне их обработки различными концентрациями РФУ, мм

Представленные данные демонстрируют стимулирующее действие препарата Рафитур при проращивании семян льна масличного. Оптимальная концентрация препарата по всем показателям развития составляет  $10^{-8}$  масс. %.

*Результаты опыта по проращиванию семян риса сорта Жасмин*

Скрининговый опыт по проращиванию семян риса проводили по той же схеме, что и по проращиванию семян льна масличного.

Семена риса обрабатывали растворами препарата РФУ также с концентрациями от  $10^{-1}$  до  $10^{-9}$ %. В таблице 4 представлены основные биометрические показатели, энергия прорастания и всхожесть семян риса по результатам опыта.

Таблица 4. Результаты проращивания семян риса на фоне обработки растворами препарата Рафитур с различной концентрацией

№ п/п	Концентрация препарата РФУ, %	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %	Длина корешка, см	Длина ростка, см
0	Контроль (вода)	33	64	3,34	2,94
1	$10^{-1}$	28	57	3,56	2,98
2	$10^{-2}$	35	67	8,31	3,82
3	$10^{-3}$	36	68	9,00	3,92
4	$10^{-4}$	34	68	8,98	3,90
5	$10^{-5}$	35	67	8,67	4,07
6	$10^{-6}$	38	72	8,90	3,84
7	$10^{-7}$	35	72	7,92	3,41
<b>8</b>	<b><math>10^{-8}</math></b>	<b>41</b>	<b>76</b>	<b>9,69</b>	<b>5,25</b>
9	$10^{-9}$	35	73	8,70	3,66

Как и в случае с проращиванием семян льна, наблюдали тормозящее действие на развитие семян препарата Рафитур в концентрации  $10^{-1}$ %. Но уже при применении препарата, концентрация которого начиналась с  $10^{-2}$ %, отмечала его стимулирующее действие. Наибольший стимулирующий эффект наблюдался при обработке семян риса раствором с концентрацией препарата  $10^{-8}$ % (вариант 8). На этом варианте энергия прорастания и всхожесть семян были выше соответственно на 24 и 17% по сравнению с показателями контрольного варианта.

Использование микроколичеств регуляторов роста для выращивания культуры риса – распространенная практика повышения выживаемости, урожайности и стрессоустойчивости растений. В связи с этим использование микроколичеств предлагаемого нами препарата соответствует этой тенденции в рисоводстве.

Анализ полученных результатов как в опыте с семенами льна, так и в опыте с семенами риса показал, что у препарата РФУ имеются два выраженных пика эффективности. Первый пик соответствовал массовой концентрации препарата  $10^{-3}\%$  (вариант 3). При этой концентрации длина корешка составляла 9 см, длина проростка – 3,92 см. Второй пик эффективности отмечен на варианте 8 при использовании препарата концентрацией  $10^{-8}\%$ . На этом варианте длина корешка составляла 9,69 см, длина проростка – 5,25 см при следующих значениях этих показателей на контроле: соответственно 3,34 и 2,94 см. Как следует из представленных результатов, наиболее сильные проростки с более разветвленной корневой системой были сформированы при концентрации препарата  $10^{-8}\%$ .

Для массовой концентрации  $10^{-10}\%$  так же, как и при проращивании семян льна, не наблюдалось выраженного стимулирующего действия. Исходя из этого можно предположить, что более высокие концентрации препарата вызывают, скорее, подавление процесса прорастания семян, нежели его стимулирование.

На рисунке 3 представлены результаты по всем исследуемым показателям для двух пиковых концентраций препарата:  $10^{-3}$  и  $10^{-8}\%$  в сравнении с контролем.

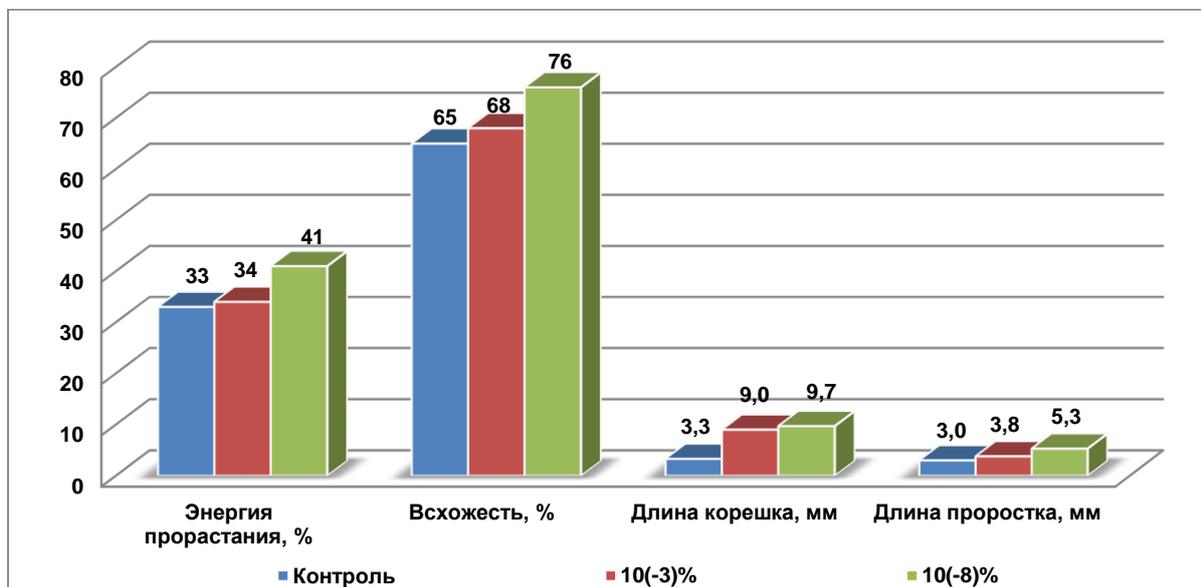


Рис. 3. Результаты скринингового опыта по проращиванию семян риса на фоне обработки препаратом Рафитур

Говоря о положительном воздействии РФУ на ростовые показатели семян риса, можно предположить, что при обработке семян раствором регулятора роста Рафитур благодаря наличию в растворе разнообразных питательных веществ и вследствие изменения проницаемости клеточных мембран, создаются условия для усиления цитокинеза. В клетках формируется тургор, происходит перераспределение водорастворимых метаболитов, что в конечном итоге приводит к активизации деятельности гидролитических ферментов и гормонов. Таким образом, в процессе набухания семян питательные вещества – жиры, белки и полисахариды, находящиеся в эндосперме семян риса, становятся доступными для питания и развития зародыша [3].

#### *Результаты опыта по проращиванию семян томата сорта Белый налив*

Учитывая результаты двух предыдущих опытов по проращиванию семян льна и риса, проводили скрининговые испытания по влиянию регулятора роста Рафитур на прорастание семян томата, используя для замачивания семян растворы препарата с концентрациями  $10^{-3}$  и  $10^{-8}\%$ . Контролем были чашки Петри, семена в которых замачивались в воде.



Рис. 4. Влияние фиторегулятора урожайности на прорастание семян томата сорта Белый налив

Как следует из результатов опыта, приведенных на рисунке 4, применение препарата повышает всхожесть семян томата на 17–18%, а энергию прорастания – на 5–10% по сравнению с контролем.

Средняя длина корешка у проросших обработанных семян на 12,5 и 34,4% превышала показатели контроля при использовании препарата, значения концентрации которого составляли соответственно  $10^{-3}\%$  и  $10^{-8}\%$ .

Длина проростка после обработки семян на 42 и 58% превышала показатели контрольного варианта при использовании препарата, значения концентрации которого составляли соответственно  $10^{-3}\%$  и  $10^{-8}\%$ .

Максимальный эффект по всем показателям отмечен на варианте 8 – применение раствора с концентрацией препарата  $10^{-8}\%$ .

#### Выводы

Показано положительное влияние предпосевной обработки семян трех культур – льна, риса и томата растворами фиторегулятора урожайности Рафитур.

В результате проведенных экспериментов выявлена концентрация препарата, обладающая максимальным стимулирующим эффектом: она составляет  $10^{-8}$  масс. %.

Исследуемый препарат является регулятором роста природного происхождения и не оказывает негативного воздействия на экосистемы [11], следовательно, можно рекомендовать его для применения в системе органического сельского хозяйства.

#### Список источников

1. Аксенова Н.П., Сергеева Л.И., Константинова Т.Н. и др. Регуляция покоя и прорастания клубней картофеля // Физиология растений. 2013. Т. 60, № 3. С. 307–319. DOI: 10.7868/S0015330313030020.
2. Багнавец Н.Л., Белопухов С.Л., Филиппова А.В. Применение препарата РФУ для предпосевной обработки риса // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № (4). С. 41–43.
3. Багнавец Н.Л., Шкляр Е.М., Дмитриевская И.И. Оценка эффективности нового препарата Рафитур в условиях лабораторного опыта // Доклады ТСХА. Международная научная конференция, посвященная 175-летию К.А. Тимирязева (Москва, 06–08 декабря 2018 г.). Москва: Изд-во Российского гос. аграрного университета – МСХА им К.А. Тимирязева, 2019. Вып. 291. Ч. IV. С. 600–602.
4. Борзенкова Р.А., Боровкова М.П. Динамика распределения фитогормонов по различным зонам клубней картофеля в связи с ростом и запасанием крахмала // Физиология растений. 2003. Т. 50, № 1. С. 129–135.

5. Вакуленко В.В. Регуляторы роста // Защита и карантин растений. 2004. № 1. С. 24–28.
6. Елькина Е.А., Шубаков А.А., Оводов Ю.С. Влияние растительных полисахаридов на скорость прорастания семян *Lycopersicon esculentum* М. и *Cucumis sativus* L. // Химия растительного сырья. 2002. № 2. С. 105–109.
7. Ладатко М.А., Мазур Т.Г., Малышева Н.Н. Применение фиторегуляторов – путь к восстановлению всхожести семян риса // Рисоводство. 2005. № 6. С. 101–107.
8. Петриченко В.Н., Логинов С.В., Туркина О.С. Применение регуляторов роста растений на посевах сои // Агрехимический вестник. 2017. № 6. С. 47–49.
9. Прусакова Л.Д., Малеванная Н.Н., Белопухов С.Л., Вакуленко В.В. Регуляторы роста растений с антистрессовыми и иммунопротекторными свойствами // Агрехимия. 2005. № 11. С. 76–86.
10. Шакирова Ф.М. Неспецифическая устойчивость растений к стрессовым факторам и ее регуляция. Уфа: Гилем, 2001. 160 с.

### References

1. Aksenova N.P., Sergeeva L.I., Konstantinova T.N. et al. Regulation of potato tuber dormancy and sprouting. *Plant Physiology*. 2013;60(3):307-319. DOI: 10.7868/S0015330313030020. (In Russ.).
2. Bagnavets N.L., Belopukhov S.L., Filippova A.V. Application of the vegetative phyto-regulator of yields in pre-sowing rice treatment. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2015;4:41-43. (In Russ.).
3. Bagnavets N.L., Shklyar E.M., Dmitrevskaya I.I. Evaluation of the effectiveness of the new drug Rafitur in laboratory experiment. Russian Timiryazev State Agrarian University Reports. International Scientific Conference dedicated to the 175<sup>th</sup> anniversary of K.A. Timiryazev (Moscow, December 06-08, 2018). Moscow: Russian Timiryazev State Agrarian University Publishers. 2019;291(4):600-602. (In Russ.).
4. Borzenkova R.A., Borovkova M.P. Developmental patterns of phytohormone content in the cortex and pith of potato tubers as related to their growth and starch content. *Plant Physiology*. 2003;50(1):129-135. (In Russ.).
5. Vakulenko V.V. Growth regulators. *Plant Protection and Quarantine*. 2004;1:24-28. (In Russ.).
6. Elkina E.A., Shubakov A.A., Ovodov Yu.S. Effect of plant polysaccharides on the germination rate of *Lycopersicon esculentum* М. and *Cucumis sativus* L. seeds. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*. 2002;2:105-109. (In Russ.).
7. Ladatko M.A., Mazur T.G., Malysheva N.N. Application of phyto-regulators is the way to restoration of rice seeds germination. *Rice Growing*. 2005;6:101-107. (In Russ.).
8. Petrichenko V.N., Loginov S.V., Turkina O.S. Application of plant growth regulators on soybean crops. *Agrochemical Herald*. 2017;6:47-49. (In Russ.).
9. Prusakova L.D., Malevannaya N.N., Belopukhov S.L. et al. Plant growth regulators with anti-stress and immunoprotecting properties. *Agrohimia*. 2005;11:76-86. (In Russ.).
10. Shakirova F.M. Nonspecific resistance of plants to stress factors and its regulation. Ufa: Gilem Publishers; 2001. 160 p. (In Russ.).

### Информация об авторах

Н.Л. Багнавец – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры химии ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», nbagnavec@yandex.ru.

М.В. Григорьева – кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры химии ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», marina\_gry@inbox.ru.

А.В. Осипова – кандидат химических наук, доцент, доцент кафедры химии ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», osipova\_alla\_v@mail.ru.

### Information about the authors

N.L. Bagnavets, Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Chemistry, Russian Timiryazev State Agrarian University, nbagnavec@yandex.ru.

M.V. Grigoryeva, Candidate of Pedagogical Sciences, Docent, the Dept. of Chemistry, Russian Timiryazev State Agrarian University, marina\_gry@inbox.ru.

A.V. Osipova, Candidate of Chemical Sciences, Docent, the Dept. of Chemistry, Russian Timiryazev State Agrarian University, osipova\_alla\_v@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 15.03.2024; одобрена после рецензирования 30.04.2024; принята к публикации 10.05.2024.

The article was submitted 15.03.2024; approved after reviewing 30.04.2024; accepted for publication 10.05.2024.

© Багнавец Н.Л., Григорьева М.В., Осипова А.В., 2024