

УДК 573.6:633/635

## ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ВОДОРАСТВОРИМЫМ ПОЛИМЕРОМ НА РОСТОВЫЕ ПРОЦЕССЫ В СЕМЕНАХ

**А. Р. ЦЫГАНОВ**

*УО «Белорусский государственный технологический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь*

**Г. А. ЧЕРНУХА**

*УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,  
г. Горки, Республика Беларусь, 213407*

**И. И. СЕРГЕЕВА**

*УО «Белорусский государственный агротехнический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь*

*(Поступила в редакцию 21.01.2019)*

Одним из перспективных способов повышения плодородия почв является применение водорастворимых полимеров. К настоящему времени созданы многофункциональные полимеры, которые оказывают влияние на физические свойства почвы, урожайность сельскохозяйственных культур, способны связывать загрязнители в почве, а также оказывают влияние на ростовые процессы в семенах. Одним из таких полимеров является поли-*N,N*-диметил-3,4-диметиленпирролидиний хлорид.

В статье приведены результаты изучения влияния обработки почвы водорастворимым полимером на ростовые процессы в семенах овса и гороха посевного. Установлено, что обработка дерново-подзолистой песчаной почвы водным раствором полимера в дозах 10–40 мг/кг почвы оказала положительное влияние на ростовые процессы в семенах овса и гороха. Энергия прорастания и всхожесть семян овса увеличилась относительно контрольного варианта, где полимер не использовался, на 4,8–8,3 %, гороха – на 13,8–16,3 %. Во всех вариантах опыта с применением полимера процент проростков овса, вышедших на поверхность, был выше, чем в контрольном варианте на 4,1–20,5 %, гороха – на 11,3–40,3 %. Применение полимера для обработки почвы оказало положительное влияние и на массу проростков, у овса она увеличилась на 14,3–17,2 %, гороха – 9,8–31,0 %. Эффективность влияния полимера на ростовые процессы семян при обработке им почвы сопоставима с предпосевной обработкой их полимерным регулятором роста Авибиф.

**Ключевые слова:** водорастворимый полимер, поли-*N,N*-диметил-3,4-диметиленпирролидиний хлорид, почва, дозы полимера, семена овса и гороха, энергия прорастания, всхожесть, сила роста.

*One of the promising ways to improve soil fertility is the use of water-soluble polymers. To date, multifunctional polymers have been created that affect the physical properties of the soil, crop yields, are able to bind pollutants in the soil, and also affect growth processes in the seeds. One of such polymers is poly-*N,N*-dimethyl-3,4-dimethylene-pyrrolidinium chloride.*

*The article presents the results of studying the effect of soil treatment with a water-soluble polymer on the growth processes in the seeds of oats and peas. It was established that the treatment of sward-podzolic sandy soil with an aqueous solution of polymer in doses of 10–40 mg / kg of soil had a positive effect on the growth processes in the seeds of oats and peas. Germination energy and germination rate of oat seeds increased relative to the control variant, where the polymer was not used, by 4.8-8.3%, peas – by 13.8-16.3%. In all variants of the experiment with the use of polymer, the percentage of oat seedlings that came to the surface was higher than in the control variant by 4.1-20.5%, peas – by 11.3–40.3%. The use of polymer for tillage had a positive effect on the mass of seedlings, in oats it increased by 14.3–17.2%, peas – by 9.8-31.0%. The effectiveness of the influence of the polymer on the growth processes of seeds during the treatment of soil with them is comparable to the pre-sowing treatment with Avibif, a polymer growth regulator.*

**Key words:** water-soluble polymer, poly-*N,N*-dimethyl-3,4-dimethylene pyrrolidinium chloride, soil, polymer doses, seeds of oats and peas, germination energy, germination rate, growth force.

### **Введение**

Почва как естественная саморегулирующаяся система не справляется с современной антропогенной и технологической нагрузкой. В агропочвоведении в последнее время все большее распространение находит тезис о том, что именно физические свойства почв являются лимитирующим фактором, и не только для развития сельскохозяйственных культур, но и для успешного применения агрохимических, мелиоративных и других почвоулучшающих мероприятий. Для сохранения и поддержания водопроходной структуры почв используют посев многолетних трав, внесение органических удобрений, сидерацию,

почвоводоохранную обработку почвы, мульчирование поверхности почвы и ряд других приемов. Но для восстановления структуры этими методами требуется достаточно длительное время. В этих условиях утрачиваемые естественные защитные функции почв целесообразно заменить искусственными. Перспективным является применение в качестве структурообразователей водорастворимых полимеров, которые способны в максимально короткие сроки (несколько часов с момента внесения) увеличить количество водопрочных агрегатов в почве до оптимальных параметров и тем самым уменьшить её дальнейшую деградацию.

Еще в 30-х годах прошлого века появились публикации Агрофизического института (г. Санкт-Петербург), в которых сообщалось об опытах с химическими препаратами, изменяющими стабильность почвенных агрегатов. Эти работы связаны с именами А. Ф. Иоффе, Д. Л. Талмуда и П. В. Вершинина. С 50-х годов прошлого века наметилось принципиально новое направление в оструктуривании почв – впервые были произведены и испытаны полимеры и сополимеры, получаемые из органических метакриловой и акриловой кислот. Данная группа веществ получила собирательное название – «крилиумы» и представляла собой высокомолекулярные водорастворимые соединения.

За последние десятилетия были созданы и апробированы в качестве структурообразователей несколько десятков различных, достаточно эффективных препаратов, но лишь единицы нашли практическое применение в земледелии. Это связано в первую очередь с их высокой стоимостью и большими рабочими дозами, что не всегда обеспечивало экономически выгодную прибавку урожая.

Фундаментальные исследования последних лет позволили создать новый класс полифункциональных олигомеров, содержащих заряженные атомы в каждом звене цепи, а также функциональные, комплексообразующие и другие группы. Эти полимеры, близкие по строению и структуре к природным системам, способны осуществлять электронный и ионный перенос в молекуле, а также комплексообразующие и окислительно-восстановительные процессы.

Одним из таких полимеров является поли-N, N-диметил-3,4-диметиленпирролидиний хлорид (ПДМПП). Нами установлено, что обработка почвы данным полимером улучшает структуру дерново-подзолистых почв, водопрочность почвенных агрегатов и их водные свойства, повышает урожайность сельскохозяйственных культур и снижает накопление радионуклидов цезия-137 и стронция-90 растениями [1, 2]. Этот полимер является поликатионом. Физиологическая активность поликатионов весьма многообразна и связана главным образом с наличием четвертичных атомов азота в главной цепи[3].

Анализ литературных источников показал, что к настоящему времени достаточно полно изучено влияние водорастворимых полимеров на агрофизические свойства почв и урожайность сельскохозяйственных культур. И значительно меньше изучены вопросы влияния обработки почвы полимерами на ростовые процессы в семенах.

Кроме этого, следует отметить, что этот полимер (ПДМПП) входит в состав регуляторов роста растений (торговое название Авибиф и Артафит), которые производятся в Российской Федерации. Механизм действия препарата основан на антибактериальном и фунгипротекторном действиях, опосредованных стимуляцией иммунитета растений; ростостимулирующий эффект связан с тем, что под воздействием препарата ускоряются процессы метаболизма, активизируется синтез белков и углеводов, что оказывает благоприятное влияние на рост и развитие растений и, как следствие, способствует повышению продуктивности сельскохозяйственных культур и улучшению качества продукции [4, 5]. Норма применения этих препаратов при предпосевной обработке семян для большинства сельскохозяйственных культур составляет 0,10–0,15 кг/т, что соответствует 0,010–0,015 кг/т в расчете на полимер, в то время как при обработке полимером почвы из расчета 10–80 мг/кг (табл. 1) дозы полимера составляют 20–160 кг/га соответственно.

Цель нашей работы – изучить влияние обработки почвы водорастворимым полимером – ПДМППГ на ростовые процессы в семенах овса и гороха посевного.

Исследования проводились в лабораторных условиях. Семена овса и гороха помещались в растильни, заполненные дерново-подзолистой песчаной почвой, обработанной полимером в различных дозах (табл. 1). При этом влажность почвы во всех вариантах находилась на уровне 60 % от полной влагоемкости. В контрольном варианте полимер не применялся. Агрохимические показатели почвы: рН – 6,0, N – 0,04 %, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 166 мг/кг, K<sub>2</sub>O – 178 мг/кг.

В первом опыте растильни заполнялись почвы слоем 2 см. На поверхность почвы равномерно раскладывали по 100 зерен в каждую. Энергию прорастания определяли через 3 суток, всхожесть – 7 суток.

Во втором опыте растильни заполняли на 2/3 почвой, раскладывали семена (по 50 шт.), засыпали их почвой слоем 2 см, закрывали сверху стеклом и проращивали на свету в течение 10 суток. Полученные результаты приведены в табл. 1.

Таблица 1. Влияние обработки почвы водорастворимым полимером на ростовые процессы в семенах овса и гороха

Вариант опыта	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %	Сила роста	
			Проростки, вышедшие на поверхность, %	Масса 100 проростков, г
Овес				
Контроль	85	88	73	6,4
10 мг/кг	90	92	79	7,3
20 мг/кг	91	92	80	6,9
40 мг/кг	88	93	88	7,5
80 мг/кг	77	77	76	6,2
НСР <sub>05</sub>	3,6	2,2	2,9	0,6
Горох				
Контроль	79	85	62	17,4
10 мг/кг	89	90	69	22,8
20 мг/кг	88	90	87	19,1
40 мг/кг	91	92	75	22,1
80 мг/кг	85	89	56	16,9
НСР <sub>05</sub>	4,4	3,9	5,4	3,0

Первостепенное значение в растениеводстве приобретает вопрос управления ростом и развитием растений. Нормальный рост и развитие растительного организма обеспечивают вещества, образуемые самими растениями и называемые эндогенными фитогормонами. Синтетические регуляторы роста проявляют свое действие, посредством эндогенного уровня природных гормонов, позволяя таким образом модифицировать рост и развитие в желаемом направлении и желаемой степени. Регуляторы роста растений позволяют усиливать или ослаблять признаки и свойства растений в пределах норм реакции, определяемой генотипом, наследственностью. Они являются составной частью комплексной химизации растениеводства [6, 7].

Анализ полученных результатов показал, что энергия прорастания семян овса в вариантах опыта с обработкой почвы полимером в дозах от 10 до 40 мг/кг была выше на 4,8–8,3 % относительно контрольного варианта, где почва не обрабатывалась полимером. Примерно также увеличилась всхожесть семян. При дозе полимера 80 мг/кг эти показатели находились несколько ниже контроля.

Энергия прорастания семян гороха во всех вариантах с применением полимера была выше, чем на контроле на 13,8–16,3 %. Всхожесть находилась в пределах 92–95 % при всхожести на контроле 81 %. Следует также отметить, что при дозе полимера 250 мг/кг почвы и выше ростовые процессы как у семян овса, так и гороха полностью подавлялись. Полученные результаты подтверждают вывод, что большинство регуляторов роста растений проявляют стимулирующую активность в достаточно узком диапазоне

концентраций, превышение которых приводит к ингибированию и даже гибели растений (фитотоксичность, гербицидный эффект) [8].

Изучение влияния полимера на силу роста показало, что во всех вариантах опыта с применением полимера процент проростков овса, вышедших на поверхность, был выше, чем в контрольном варианте на 4,1–20,5 %. При этом максимальный выход наблюдался при дозе полимера 40 мг/кг – 88 %, а минимальный – при 80 мг/кг – 76,%. Применение полимера для обработки почвы оказало положительное влияние и на массу проростков. Наибольший результат был достигнут в вариантах с дозами полимера 10 и 40 мг/кг – 7,3 и 7,5 г в то время, как в контрольном варианте этот показатель составил 6,4 г, т. е. эффективность составила 14,3–17,2 %. При дозе полимера 80 мг/кг стимулирующее действие полимера не наблюдалось.

В опыте с семенами гороха применение полимера в дозах 10–40 мг/кг обеспечило достоверное увеличение числа проростков, вышедших на поверхность на 11,3–40,3 % относительно контроля. Максимальный выход проростков на поверхность был при дозе полимера 20 мг/кг – 87 %. В то же время при дозе полимера 80 мг/кг этот показатель был ниже, чем в контрольном варианте. В этих же вариантах масса 100 проростков была выше на 9,8–31,0 %, чем на контроле и в варианте с дозой полимера 80 мг/кг.

Полевые опыты, проведенные в 2011–2012 гг., в рамках государственных регистрационных испытаний в различных почвенно-климатических зонах России показали высокую биологическую, хозяйственную и экономическую эффективность регулятора роста Авибиф. Являясь экзогенным индуктором защиты растений, препарат активизирует прорастание семян при ограничении водообеспечения, обеспечивает высокую всхожесть семян, рост корней и проростков, их сохранность, стимулирует рост корневой системы даже в условиях жесткой засухи. Вне зависимости от стрессового воздействия засухи препарат активизирует накопление хлорофилла и способствует рациональному использованию растениями воды в процессе вегетации. Фунгипротекторное и бактерицидное действие препарата Авибиф обусловлено изменением электрохимических свойств мембран фитопатогенов, что приводит к нарушению процессов транспорта веществ и биологического окисления в них. Под воздействием препарата повышается устойчивость растений к поражению бактериями рода *Pseudomonas*, и в частности *Pseudomonas syringae* (сиреневая псевдомонада) – возбудителю базального бактериоза зерновых, а также к болезням, вызываемым ксантомонадами, коринобактериями, эрвиниями, стрептобактериями и агробактериями, которые вызывают развитие черной и бурой гнили, отмирание побегов, поражение листьев и завязей у овощных культур, косточковых и семечковых плодовых насаждений [4].

Было установлено, что при применении его для предпосевной обработки семян сои их всхожесть была выше, чем на контроле, на 2–12 %. При этом при применении регулятора роста Авибиф в концентрациях 6,0 и 7,5 % энергия прорастания и всхожесть семян резко уменьшались по сравнению с применением меньших концентраций (энергия прорастания – на 8 и 4 %, всхожесть – на 8 и 2 %, соответственно) [5], т. е. эффективность влияния полимера на всхожесть семян при обработке почвы сопоставима с предпосевной обработкой их полимерным регулятором роста Авибиф.

Таким образом, в результате экспериментальных исследований установлено, что обработка дерново-подзолистой песчаной почвы водным раствором полимера ПДМПГ в дозах 10–40 мг/кг почвы оказала положительное влияние на ростовые процессы в семенах овса и гороха. Энергия прорастания и всхожесть семян овса увеличилась относительно контрольного варианта, где полимер не использовался, на 4,8–8,3 %, гороха – на 13,8–16,3 %. Во всех вариантах опыта с применением полимера процент проростков овса, вышедших на поверхность, был выше, чем в контрольном варианте на 4,1–20,5 %, гороха – на 11,3–40,3 %. Применение полимера для обработки почвы оказало положительное

влияние и на массу проростков, у овса она увеличилась на 14,3–17,2 %, гороха – 9,8–31,0 %.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Цыганов, А. Р. Агроэкологическое обоснование применения нового полифункционального полимера на загрязненных радионуклидами землях / А. Р. Цыганов, Г. А. Чернуха / Известия национальной академии наук Беларуси. Серия аграрных наук. – 2013. – №1. – С. 73–77.
2. Цыганов, А. Р. Продолжительность влияния обработки дерново-подзолистой песчаной почвы водорастворимым полимером на урожайность сельскохозяйственных культур и накопление радионуклидов / А. Р. Цыганов, Г. А. Чернуха // Земледелие и защита растений. – 2018. – №5. – С. 12–16.
3. Водорастворимые полимеры и их взаимодействие с дисперсными системами / К. С. Ахмедов и [др]. – Ташкент: изд-во «ФАН» Узбекской ССР, 1969. – 251 с.
4. Шаповал, О. А. Эффективность применения и перспективы использования регуляторов роста растений комплексного действия в агротехнологиях сельскохозяйственных культур / О. А. Шаповал, И. П. Можарова, А. А. Коршунов // Матеріали доповідей ІХ Міжнародна науково-практична конференція Rostim 2013 «Фітогормони, гуміновірчовини та інші біологічно активні сполуки для сільськогосподарства, здоров'я людини і охорони навколишнього середовища» / Под ред.: В. Новиков. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. – С. 159–165.
5. Мухина, М. Т. Влияние регуляторов роста растений комплексного действия на фоне азотно-фосфорных удобрений на урожайность и качество сои в условиях Краснодарского края: дисс. ... канд. биол. наук: 06.01.04 / М. Т. Мухина. – М., 2016. – 171 с.
6. Овчаров, Н. Е. Тайны зеленого растения / Н. Е. Овчаров. – М.: Наука, 1979. – 207 с.
7. Прусакова, Л. Д. Регуляторы роста в растениеводстве / Л. Д. Прусакова // С.-х. биология. – 1984. – №3. – С. 3–11.
8. Муромцев, Г. С. Основы химической регуляции роста и продуктивности растений / Г. С. Муромцев, Д. И. Чкаников, О. Н. Кулаева, К. З. Гамбург. – М.: ВО Агропромиздат. – 1987. – 382 с.