

Ж.С. Касымова¹, А.Т. Мусталдинова¹

¹НАО «Университет имени Шакарима г. Семей»

Республика Казахстан, г. Семей

e-mail: kasymova-z@mail.ru, mustaliya9803@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРПОЛИМЕРНОГО КОМПЛЕКСА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ОГУРЦА НА СВЕТЛО-КАШТАНОВОЙ ПОЧВЕ

Изучено влияние внесения в солончаковатую светло-каштановую почву ИПК из природных полимеров хитозана и альгината натрия на рост и развитие культуры огурца сорта «Aprelskii F1» в условиях вегетационного лабораторного опыта. Предложены методика предпосевного замачивания семян в водных растворах ИПК и технология двухрастворной обработки поверхности почв ИПК для стимуляции всхожести, роста и развития огурца.

Отмечается биоактивный эффект применения хитозана и ИПК для всхожести, энергии прорастания, скорости и дружности прорастания семян в сравнении с контролем и альгинатом натрия.

При оценке влияния полимерной обработки поверхности почвы на исследуемые растения были проведены измерения линейного роста, подсчет количественных показателей и поврежденной пероноспорозом поверхности листьев. Установлено положительное действие ИПК и хитозана на показатели роста и развития растений. На стадии цветения и плодоношения максимальная ингибирующая активность заболевания пероноспороза листьев и плодов наблюдалась при применении ИПК и хитозана. Ростостимулирующую и противогрибковую биоактивность хитозана и ИПК можно отнести к положительному заряду аммониевой соли хитозана. Катионные аминогруппы с более высокой плотностью положительного заряда были более склонны к взаимодействию с анионными компонентами клеточной стенки.

Ключевые слова: интерполимерный комплекс, природный полимер, биоактивность, светло-каштановая почва, огурец.

Ж.С. Касымова¹, Ә.Т. Мұсталдинова¹

¹«Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» КеАҚ

Қазақстан Республикасы, Семей қ.

e-mail: kasymova-z@mail.ru, mustaliya9803@mail.ru

АШЫҚ КҮРЕҢ ТОПЫРАҒЫНДА ҚИЯР ӨСІРУ КЕЗІНДЕ ИНТЕРПОЛИМЕР КОМПЛЕКСІН ҚОЛДАНУ

Хитозан мен натрий альгинатының табиғи полимерлерінен алынған тұзды-қоңыр түсті ашық каштан топырағына ИПК-ны вегетациялық зертханалық тәжірибе жағдайында Aprelskii F1 қияр мәдениетінің өсуі мен дамуына әсері зерттелді. ИПК сулы ерітінділерінде тұқымдарды егу алдындағы суландыру әдісі және қиярдың өнгіштігін, өсуін және дамуын ынталандыру үшін ИПК топырақ бетін екі рет өңдеу технологиясы ұсынылған.

Бақылау нұсқамен және натрий альгинатымен салыстырғанда хитозан мен ИПК-ның тұқымның өну, энергия, жылдамдығы мен достығы үшін қолданудың биоактивті әсері байқалады. Зерттелетін өсімдіктерге топырақ бетін полимерлік өңдеудің әсерін бағалау кезінде сызықтық өсуді өлшеу, сандық көрсеткіштерді және пероноспорозбен зақымдалған жапырақ бетін есептеу жүргізілді. ИПК мен хитозанның өсімдіктердің өсуі мен даму көрсеткіштеріне оң әсері анықталды. Гүлдену және жеміс беру кезеңінде жапырақтар мен жемістердің пероноспорозы ауруының максималды ингибиторлық белсенділігі ИПК және хитозан қолдану кезінде байқалды. Хитозан мен ИПК-ның өсуін ынталандыратын және антифункционалды биоактивтілігін хитозан аммоний тұзының оң зарядына жатқызуға болады. Оң заряд тығыздығы жоғары катиондық амин топтары жасуша қабырғасының аниондық компоненттерімен әрекеттесуге бейім болды.

Түйінді сөздер: интерполимер кешені, табиғи полимер, биоактивтілік, ашық күрең топырағы, қияр.

Zh.S. Kassymova¹, A.T. Mustaldinova¹

¹Shakarim University Semey,

Republic of Kazakhstan, Semey

e-mail: kasymova-z@mail.ru, mustaliya9803@mail.ru

APPLICATION OF THE INTERPOLYMER COMPLEX IN GROWING CUCUMBERS ON LIGHT CHESTNUT SOIL

The effect of the addition of IPC from natural polymers of chitosan and sodium alginate to the saline light chestnut soil on the growth and development of the cucumber cultivar "Aprelskii F1" under the conditions of a laboratory vegetation experiment was studied. A method of pre-sowing seed soaking in aqueous solutions of IPC and a technology of two-solution treatment of the soil surface with IPC to stimulate the germination, growth and development of cucumbers are proposed.

The bioactive effect of the use of chitosan and IPC for germination, energy, speed and amity of seed germination in comparison with the control and sodium alginate is noted.

When assessing the effect of polymer treatment of the soil surface on the studied plants, linear growth was measured, quantitative indicators and the leaf surface damaged by peronosporosis were calculated. The positive effect of IPC and chitosan on the growth and development of plants was established. At the stage of flowering and fruiting, the maximum inhibitory activity of the disease of peronosporosis of leaves and fruits was observed with the use of IPC and chitosan. The growth-stimulating and antifungal bioactivity of chitosan and IPK can be attributed to the positive charge of the ammonium salt of chitosan. Cationic amino groups with a higher positive charge density were more likely to interact with the anionic components of the cell wall.

Key words: interpolymer complex, natural polymer, bioactivity, light chestnut soil, cucumber.

В настоящее время хитозан и альгинат натрия являются одними из наиболее широко изучаемых и используемых природных полимеров благодаря их биосовместимости, антиоксидантным, противораковым, биоразлагаемым, антимикробным и нетоксичным свойствам. Целесообразность применения полимеров также обусловлена тем, что сырьем для их производства является экономичный материал, полученный из отходов морских организмов [1; 2]. Хитозан и альгинат натрия находят широкое применение в пищевой, косметической, текстильной, биомедицинской промышленности, а также в сельском хозяйстве [3-6].

Хитозан – это полисахарид основного характера, получаемый из панцирей ракообразных путем дезацелирования хитина. Макромолекулы хитозана состоят из случайно связанных β -(1-4) D-глюкозаминовых звеньев и N-ацетил-D-глюкозамина. Молекула хитозана содержит в себе большое количество свободных аминогрупп, благодаря чему он способен связывать ионы водорода и приобретать положительный заряд. Это обуславливает свойство хитозана как хорошего катионита. Структурная формула хитозана представлена на рисунке 1.

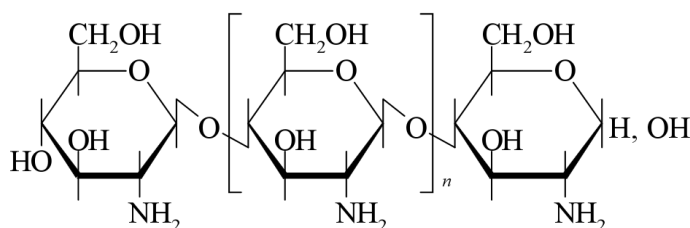


Рис. 1 - Структурная формула хитозана.

Хитозан плохо растворим в воде, так как связи между его молекулами прочнее, чем связи между молекулами полимера и воды. При этом он растворим в разбавленных органических и минеральных кислотах с образованием бесцветных вязких растворов.

Расщепить хитозан до N-ацетил-D-глюкозамина и D-глюкозамина можно под действием микробных ферментов – хитиназы и хитобиазы. Именно поэтому хитозан полностью биологически разрушим, не загрязняя при этом окружающую среду.

Альгинат натрия является природным анионным полисахаридом и может быть извлечен из морских бурых водорослей. Молекула линейного бинарного сополимера состоит из (1-4)-связанных остатков *b*-D-маннуроносовой кислоты (М) и -L-гулуруновой кислоты (G). Относительное количество двух мономеров уруновой кислоты и их последовательное расположение вдоль

полимерной цепи широко варьируются в зависимости от происхождения альгината. Формула альгината натрия изображена на рисунке 2.

Альгинат натрия медленно, но полностью растворяется в воде, сначала превращаясь в коллоидный раствор, не растворяется в спиртах, органических растворителях, кислых растворах с pH менее 3.

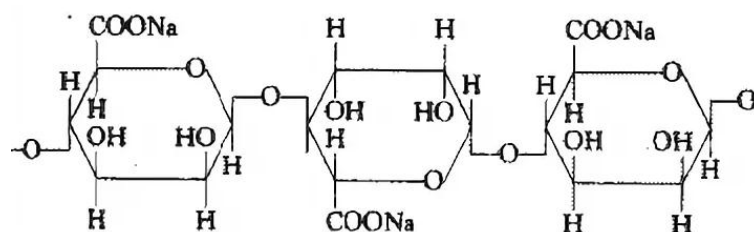


Рис.2 – Структурная формула альгината натрия.

Изучение возможности применения хитозана и альгината натрия в качестве безопасных биоудобрений является весьма актуальной задачей, так как широкое использование химических удобрений и средств защиты растений вызывает серьезный дисбаланс в окружающей среде и оказывает неблагоприятное воздействие на здоровье человека. Биоактивность хитозана и альгината натрия улучшает физиологические свойства растений, увеличивает срок хранения плодов, а также обеспечивает защитные функции растений от болезнетворных микроорганизмов и различных абиотических стрессов на генетическом уровне. Кроме того, полимеры и интерполимерные комплексы (ИПК) представляют интерес как структурообразователи почвы, улучшающие механическую структуру и водные свойства.

ИПК – это устойчивые макромолекулярные соединения, образующиеся при взаимодействии между химически комплементарными полимерами, т.е. функциональные группы

которых обладают сродством друг к другу, а их геометрическое строение не создает препятствий для образования большого числа межмолекулярных связей.

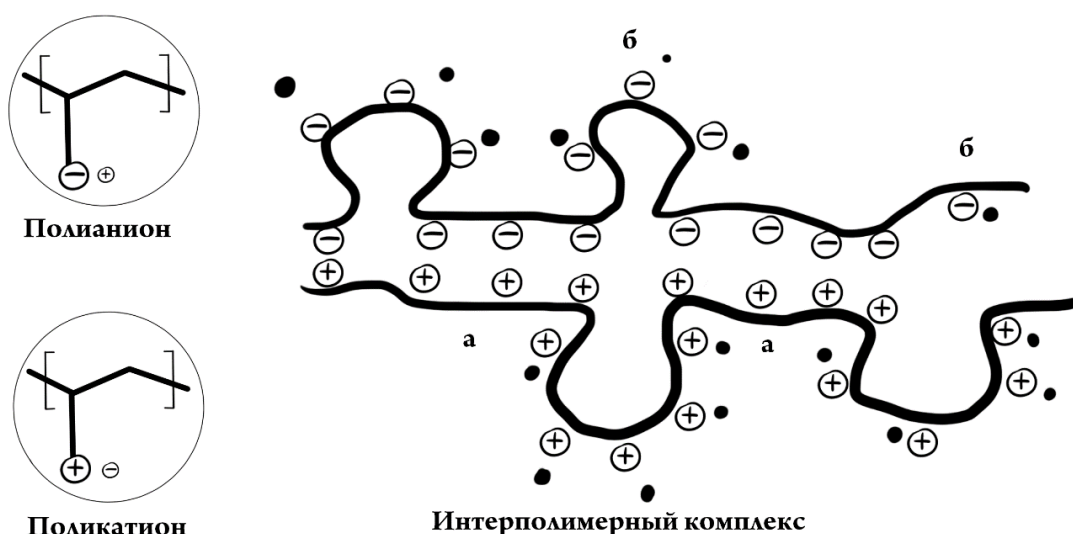
Функциональные группы, участвующие в реакции образования ИПК, могут располагаться как в основной цепи, так и в боковых группах. Реакция образования ИПК между химически комплементарными макромолекулами представлена на рисунке 3.

Свойства поликомплексов отличаются от свойств исходных полимеров, образующих ИПК:

1) Сильное набухание в воде, тогда как в воздушно-сухом состоянии они представляют собой хрупкие, стеклоподобные вещества.

Это свойство обусловлено специфическим строением, где наряду с гидрофобными участками комплементарных цепей существуют так называемые «дефекты», представляющие собой гидрофильные группы.

2) В отличие от индивидуальных полимеров, образующих комплекс, ИПК не растворяются в реакционной среде.



а – гидрофобные участки, б – гидрофильные участки.

Рис. 3 - Схема образования ИПК между макромолекулами полимеров.

В связи с этим цель данного исследования – изучить влияние биополимеров и ИПК на показатели начального роста и биометрические показатели развития растений огурца в условиях лабораторного и вегетационного опытов.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- определить оптимальные варианты обработки полимерами на лабораторные показатели всхожести семян огурца;

- оценить воздействие обработки почвы полимерами и ИПК на длину и развитие надземной части и корневых систем растений огурца в условиях вегетационного опыта.

Объектами исследования являлись коммерческие образцы биологических полимеров фирмы «Sigma-Aldrich» (США) - хитозана со средневязкостной молекулярной массой 500 кДа, степенью деацетилирования (СД 71%) и альгината натрия со средневязкостной молекулярной массой 25 000 кДа.

ИПК могут быть получены с помощью следующих метода смешения растворов взаимодействующих полимеров в общем растворителе. Для синтеза ИПК на

поверхность почвы путем разбрызгивания наносили раствор хитозана с концентрацией 10^{-2} М (0,161 г полимера растворяли в 100 мл 3% лимонной кислоте), после впитывания первого полимера на обрабатываемую почвенную поверхность равномерно разбрызгивали 10^{-2} М раствор альгината натрия (0,198 г альгината натрия растворяли в 100 мл дистиллированной воды). Растворы полимеров вносили в мольном соотношении [ХТЗ] : [Na-АI] = 1 : 4. Светло-каштановая солончаковая почва сухостепной зоны Восточно-Казахстанской области была отобрана из пахотного горизонта (Апах) на пахотном участке агрофирмы “Приречное”, расположенном на левом берегу р. Иртыш в 10 км от города Семей (50°21' N, 80°25' E). Отбор точечных проб и пробоподготовку почвы, а также определение агрохимических показателей почвы проводили соответственно [7; 8].

Лабораторные и вегетационные опыты проводились с семенами огурца обыкновенного (*Cucumis sativus*), - однолетнего травянистого растения, вида рода Огурец (*Cucumis*) семейства Тыквенные (*Cucurbitaceae*). Сорт культуры

«*Aprelskii F1*» предназначен для культивирования в условиях защищенного грунта – во всех видах теплиц, парников, тоннелей, а также прекрасно подходит для домашних огородов на подоконнике или на балконе. Сорт представляет собой гибрид первого поколения и относится к категории партенокарпических, то есть не нуждающихся в опылении (завязи разрастаются без оплодотворения). По срокам созревания относится к раннеспелым: плодоносит на 40-45-й день после появления полных всходов. Плоды - зеленцы средней длины (от 13-15 до 22-25 см), массой 160-300 г, имеют цилиндрическую форму, ярко-зеленую или темно-зеленую окраску с короткими светлыми полосами, ребристые, нечасто покрытые бугорками среднего размера. Собирать зеленцы рекомендуется не реже, чем раз в 2-3 дня, иначе кожура может огрубевать. Гибрид ценят за высокую устойчивость к болезням, выносливость к неблагоприятным погодным условиям и неприхотливость в уходе: устойчив к оливковой пятнистости (кладоспориозу) и вирусу обыкновенной огуречной мозаики; толерантен к корневым гнилям; обладает относительной холодостойкостью и теневыносливостью. Высаживают огурцы стандартными способами: прямым посевом семян в грунт или рассадой. Рекомендованная густота посадки растений – не более 2-3 на 1 м². Как и у всех гибридов, у «Апрельского F1» совокупность всех ценных качеств стабильна только в первом поколении, то есть семена необходимо покупать на каждый сезон.

В лабораторном опыте в чашки Петри между листами фильтровальной бумаги помещали 30 семян в трехкратной повторности по каждому варианту:

1 вариант – контроль (семена замочены в дистиллированной воде);

2 вариант – семена замочены в 10⁻² М растворе хитозана;

3 вариант – семена замочены в 10⁻² М растворе альгината натрия.

4 вариант – семена замочены в растворе ИПК мольного состава [хитозан]:[альгинат натрия]=[1]:[4]. Дружность, скорость и энергию прорастания, а также всхожесть семян определяли в установленные для данной культуры сроки, т.е. соответственно ежедневно, на 3 и 7сутки [9].

Всхожесть – количество проросших семян, выраженных в процентах к количеству семян, взятых для проращивания. Рассчитали всхожесть В (%) по формуле (1):

$$B = \frac{A}{B} \cdot 100(1)$$

где А – количество проросших семян за 7 дней, шт;

Б – общее количество семян, шт.

Энергия прорастания – число семян, проросших за первые 3 суток, выраженное в процентах от общего количество семян. Рассчитали энергию прорастания Э (%) по формуле (2):

$$\text{Э} = \frac{T}{B} \cdot 100(2)$$

где Т – количество проросших семян за первые 3 суток, шт.

Скорость прорастания – сумма средних прорастающих семян, прорастающих ежедневно. Рассчитали скорость прорастания С (шт/сут) по формуле (3):

$$C = a + \frac{b}{2} + \frac{b}{3} + \dots(3)$$

где а, б, в – число семян, проросших за 1,2,3 сутки, шт;

2, 3 – количество суток.

Дружность прорастания – средний процент семян, проросших за 1 сутки прорастания. Рассчитали дружность Д (%) по формуле (4):

$$D = \frac{B}{\Pi}(4)$$

где В – всхожесть, %;

П – число дней прорастания, сут.

В вегетационном опыте после посадки семян огурца на поверхность светло-каштановой почвы были последовательно внесены полимеры в трехкратной повторности по вариантам:

1 вариант – контроль (разбрызгивание дистиллированной воды);

2 вариант – разбрызгивание 10^{-2} М раствора хитозана;

3 вариант – разбрызгивание 10^{-2} М раствора альгината натрия.

4 вариант – последовательное разбрызгивание полимеров [хитозан]:[альгинат натрия]=[1]:[4],

[моль]:[моль]. В период вегетации проводили наблюдения за ростом и развитием растений. Отмечали число листьев, цветков, пероноспорозных пятен, динамику развития главного побега.

Эффект от применения полимеров и ИПК устанавливали соотношением исследуемых показателей опытных и контрольных образцов. Все данные подвергались математической обработке с помощью компьютерной программы Excel.

Основные результаты исследований представлены в таблицах 1, 2 (Источник: составлены авторами).

Таблица 1 – Показатели прорастания контрольных и опытных семян огурца сорта «Aprelskii F1», %

Показатель	Контроль	Хитозан	Альгинат натрия	ИПК
Всхожесть	77	90	77	80
Энергия прорастания	14	20	10	10
Скорость прорастания	13	15	12	14
Дружность прорастания	11	13	11	12

Семена огурца оказались отзывчивы на действие биополимера хитозана, так как в лабораторном опыте все показатели прорастания семян были максимальные. Отмечается биоактивный эффект применения ИПК для всхожести, скорости и дружности прорастания семян в сравнении с контролем и альгинатом натрия.

Развитие вегетативных и генеративных органов растений, выращенных в вегетационном опыте, представлены в таблице 2 (Источник: составлено авторами). При оценке влияния полимерной обработки поверхности почвы на исследуемые растения были проведены измерения линейного роста, подсчет количественных показателей и поврежденной пероноспорозом

поверхности листьев. Отмечали положительное действие ИПК и хитозана на показатели роста и развития растений. На стадии цветения и плодоношения была оценена эффективность полимеров против развития заболевания пероноспороза листьев и плодов. При этом максимальная ингибирующая активность наблюдалась при применении ИПК и хитозана. Пероноспороз вызывает грибок *Pseudoperonospora cubensis*. Патоген быстро размножается и поражает рассаду, взрослые кусты, плоды. Массовая гибель листы приводит к нарушению фотосинтеза, замедлению развития и роста плодов. Созревшие плоды имеют беловато-зеленый цвет, неправильную форму и безвкусную мякоть.

Таблица 2 – Показатели развития растений огурца «*Aprelskii F1*» при использовании полимеров и ИПК

Вариант опыта	Главный побег, см	Лист, штук	Цветок, штук	Пероноспорозные пятна, %
Контроль	34	13	3	50
Хитозан	38	37	6	40
Альгинат натрия	36	26	7	45
ИПК	41	50	9	35

В результате проведенных лабораторных и вегетационных опытов было выявлено положительное воздействие хитозана и ИПК на рост и развитие исследуемых растений, а также их противогрибное действие. Ростостимулирующую и противогрибковую биоактивность

хитозана и ИПК можно отнести к положительному заряду аммониевой соли хитозана [10]. Катионные аминогруппы с более высокой плотностью положительного заряда были более склонны к взаимодействию с анионными компонентами клеточной стенки.

Литература.

1. Зими́на Ю.А., Срослова Г.А., Постнова М.В. Применение биопрепаратов на основе хитозана в сельском хозяйстве // Природные системы и ресурсы. – 2018. – Т.8. - № 3. – С. 22-28.
2. Соколан Н.И., Куранова Л.К., Воронько Н.Г., Гроховский В.А. Исследование возможности получения альгината натрия из продукта переработки фукусковых водорослей // Вестник ВГУИТ. - 2018. - Т.80. – № 1. С.161–167.
3. Мулик А.Б., Шатыр Ю.А., Постнова М.В. Разработка методологических и методических подходов к персонализации формирования токсических нагрузок на организм человека // Mebline. Российский биомедицинский журнал. - 2015. – Т. 16. – № 2. – С. 456–474.
4. Allan C.R., Hadwiger L.A. The fungicidal effect of chitosan on fungi of varying cell wall composition // Exp. Mycol. – 1979. – pp. 285–287.
5. Barber M., Bertram R., Ride J. Chitin oligosaccharides elicit lignification in wounded wheat leaves // Physiol. Mol. Plant Pathol. – 1989. – pp. 3–12.
6. Chandra S., Chakraborty N., Panda K., Acharya K. Chitosan-induced immunity in *Camellia sinensis* // Kuntze against blister blight disease is mediated by nitric-oxide. Plant Physiol. Biochem. – 2017. – № 115. – pp. 298–307.
7. Воробьева Л.А. Химический анализ почв. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 1998. - 272 с.
8. Минеев В.Г. Практикум по агрохимии. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 2001. - 689 с.
9. Касымова, Ж.С. Использование моделирования для оценки влияния загрязнения почв тяжелыми металлами на интенсивность начального роста и развития растений яровой пшеницы сорта «Саратовская 29» / Ж.С. Касымова // Проблемы биогеохимии и геохимической экологии. – 2012. – №4. – С. 87-93.
9. Guo, Z., Xing, R., Liu, S., Zhong, Z., Ji, X., Wang, L., Li, P. The influence of the cationic of quaternized chitosan on antifungal activity // International Journal of Food Microbiology. - 2007. - № 118. – P. 214–217.

Literatura.

1. Zimina YU.A., Sroslova G.A., Postnova M.V. Primenenie biopreparatov na osnove hitozana v sel'skom hozyajstve // Prirodnye sistemy i resursy. – 2018. – Т.8. - № 3. – С. 22-28.
2. Sokolan N.I., Kuranova L.K., Voron'ko N.G., Grohovskij V.A. Issledovanie vozmozhnosti polucheniya al'ginata natriya iz produkta pererabotki fukusovykh vodoroslej // Vestnik VGUIT. - 2018. - Т.80. – № 1. S.161–167.
3. Mulik A.B., SHatyr YU.A., Postnova M.V. Razrabotka metodologicheskikh metodicheskikh podhodov k personalizacii formirovaniya toksicheskikh nagruzok na organizm cheloveka // Mebline. Rossijskij biomedicinskij zhurnal. - 2015. – Т. 16. – № 2. – S. 456–474.
4. Allan C.R., Hadwiger L.A. The fungicidal effect of chitosan on fungi of varying cell wall composition // Exp. Mycol. – 1979. – pp. 285–287.

5. Barber M., Bertram R., Ride J. Chitin oligosaccharides elicit lignification in wounded wheat leaves // *Physiol. Mol. Plant Pathol.* – 1989. – pp. 3–12.
6. Chandra S., Chakraborty N., Panda K., Acharya K. Chitosan-induced immunity in *Camellia sinensis* // *Kuntze against blister blight disease is mediated by nitric-oxide. Plant Physiol. Biochem.* – 2017. – № 115. – pp. 298–307.
7. Vorob'eva L.A. Himicheskiy analiz pochv. - M.: Izd-vo Mosk. un-ta, 1998. - 272s.
8. Mineev V.G. Praktikum po agrohimii. - M.: Izd-vo Mosk. un-ta, 2001. - 689 s.
9. Kasymova, ZH.S. Ispol'zovanie modelirovaniya dlya ocenki vliyaniya zagryazneniya pochv tyazhelymi metallami na intensivnost' nachal'nogo rosta i razvitiya rastenij yarovoj pshenicy sorta «Saratovskaya 29» / ZH.S. Kasymova // *Problemy biogeohimii i geohimicheskoy ekologii.* – 2012. – №4. – S. 87-93.
9. Guo, Z., Xing, R., Liu, S., Zhong, Z., Ji, X., Wang, L., Li, P. The influence of the cationic of quaternized chitosan on antifungal activity // *International Journal of Food Microbiology.* - 2007. - № 118. – R. 214–217.

Касымова Жанар Сайлаубековна

Лауазымы: биология ғылымдарының кандидаты, «Химиялық технологиялар және экология» кафедрасының профессор м.а., «Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» КеАҚ

Пошталық мекен-жайы: 071403, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Энергетик микрорайоны, 13А – 8

Ұялы тел.: +7 707 655 3343

E-mail: kasymova-z@mail.ru

Мұсталдинова Әлиянұр Талғатқызы

Лауазымы: «Химиялық технологиялар және экология» кафедрасының 2 курс магистранты, «Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» КеАҚ

Пошталық мекен-жайы: 071400, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Қабанбай батыр к., 42 -114

Ұялы тел.: +7 747 363 1508

E-mail: mustaliya9803@mail.ru

Касымова Жанар Сайлаубековна

Должность: кандидат биологических наук, и.о. профессора кафедры «Химические технологии и экология», НАО «Университет имени Шакарима города Семей»

Почтовый адрес: 071403, Республика Казахстан, г. Семей, микрорайон Энергетик, 13А – 8

Сот. тел.: +7 707 655 3343

E-mail: kasymova-z@mail.ru

Мұсталдинова Әлиянұр Талғатқызы

Должность: магистрант 2 курса «кафедры «Химические технологии и экология», НАО «Университет имени Шакарима города Семей»

Почтовый адрес: 071400, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Қабанбай батыра, 42 -114

Сот. тел.: +7 747 363 1508

E-mail: mustaliya9803@mail.ru

Kasymova Zhanar Sailaubekovna

Position: Candidate of Biological Sciences, Acting Professor of the Department " Chemical Technologies and Ecology», Shakarim University Semey

Mailing address: 071403, Republic of Kazakhstan, Semey, Energetic St., 13А – 8

Mob. phone: +7 707 655 3343

E-mail: kasymova-z@mail.ru

Mustaldinova Aliyanur Talgatovna

Position: 2nd year Master's student of the Department of Chemical Technologies and Ecology», Shakarim University Semey

Mailing address: 071400, Republic of Kazakhstan, Semey, Kabanbai St., 42 -114

Mob. phone: +7 747 363 1508

E-mail: mustaliya9803@mail.ru