

Отзыв члена диссертационного совета

на диссертацию Mohamed Hafez Abdel Fattah Mohamed Kotat на тему:
«INFLUENCE OF ORGANIC AND BIOLOGICAL AMELIORANTS ON THE PROPERTIES
OF SALINE-SODIC SOILS IN EGYPT», представленную на соискание ученой степени the
Ph.D. degree in biological science по специальности 1.5.19. Soil science.

В 2021 году международное сообщество обратило внимание на одно из важных ограничений обеспечения продовольственной безопасности – засоление почв. Человечество за свою историю уже потеряло около трети ранее плодородных земель в результате накопления легкорастворимых солей в почвах, которые угнетают или полностью прекращают развитие культурных растений. Известны печальные примеры, когда процветающие государства приходили в упадок после вторичного засоления почв.

Рецензуемая диссертация направлена на оценку возможности применения органических мелиорантов и биологических препаратов для получения растениеводческой продукции на засоленных и карбонатных почвах Египта. Это один из современных трендов в развитии сельского хозяйства на засоленных почвах в разных регионах мира.

Работа основана на результатах пяти факторных опытов: двух лабораторных инкубационных экспериментов с верхними горизонтами слабо засоленной (saline-sodic soil) и карбонатной незасоленной (Calcisol) почв без посева растений, двух вегетационных опытов с теми же почвами при орошении кукурузы и одного мелкоделяночного полевого опыта на карбонатной почве при орошении пшеницы.

Особенностью выполненных факторных опытов, отраженной в названии диссертации, является исследование и оценка результатов взаимодействия с почвами и влияния на всхожесть, урожайность и химический состав выращиваемых растений трех видов органических мелиорантов (пивной дробины, вермикомposta на ее основе, традиционного компоста), биологического препарата с *Azospirillum brasiliense* и гуминовых веществ, выделенных из вермикомposta, полученного из пивной дробины. В качестве вариантов сравнения служили исходные образцы указанных почв без дополнительных воздействий (контроль) и результаты применения традиционной нормы внесения NPK минеральных удобрений. В целом следует отметить стремление автора к разработке эффективной, экологически сбалансированной технологии получения сельскохозяйственной продукции на засоленных и карбонатных почвах с использованием органических отходов перерабатывающей (пивоваренной) промышленности. Подчеркну, что подобного рода исследование применения указанных выше органических мелиорантов и препаратов на почвах Египта является новым.

Главный положительный результат инкубационных лабораторных экспериментов с обеими почвами – это обоснование необходимости заблаговременного внесения органических мелиорантов и/или биологических препаратов (в частности, пивной дробины совместно с инокуляцией *Azospirillum brasiliense*) для естественной трансформации внесенного органического материала и повышения доступности микроэлементов почвы для растений.

Инкубационный опыт с карбонатной почвой, на которой был выполнен еще и полевой эксперимент, имел более интересную схему по сравнению с аналогичным опытом

с засоленной почвой. Он включал помимо вариантов с биологическим препаратом и органическими мелиорантами варианты с минеральными удобрениями. Более того, по окончании инкубационный эксперимент дополнен тестом оценки всхожести зерен кукурузы. Полученные результаты имеют важное практическое значение. Из них следует, во-первых, явное преимущество биологического препарата *Azospirillum brasiliense* и пивной дробины как раздельно, так и в сочетании, на всхожесть зерен кукурузы по сравнению не только с контролем, но и с минеральными удобрениями. Во-вторых, комбинированные варианты с участием минеральных удобрений значимо менее эффективны по сравнению с чистыми вариантами пивной дробины и/или препарата *Azospirillum brasiliense*.

На основе вегетационных опытов с двумя почвами (saline-sodic soil и Cambisol) установлены важные положения. Во-первых, все использованные биологические препараты и органические мелиоранты способствуют значимому увеличению параметров всхожести и собственно урожайности кукурузы за счет улучшения разных свойств почвы, включая частичную нейтрализацию среды, увеличение доступности фосфора и калия, обеспеченности азотом. Особо обращу внимание, что относительно самый, казалось бы, неудачный вариант М1 внесения традиционного компоста в дозе 10 г/кг почвы обеспечивал увеличение урожайности приблизительно в 2 раза (!) по сравнению с контролем и вариантом с минеральными удобрениями. Остальные варианты с биологическими препаратами и органическими мелиорантами оказали еще более сильный эффект, в 2.5-3 раза превосходящий контроль.

Во-вторых, наиболее эффективным вариантом в опыте было совместное использование пивной дробины в дозе 10 г/кг почвы и инокуляции почвы и семян препаратом с *Azospirillum brasiliense*.

Основными причинами столь высокой эффективности вариантов внесения органических мелиорантов и биологического препарата как раздельно в разных дозах, так и в сочетаниях друг с другом являются: (1) обогащение почвы органическим веществом и общим азотом, обеспечивающее активизацию микробиологической деятельности и ферментативной активности, заметное увеличение емкости катионного обмена, заполняющейся ионами кальция в результате частичного растворения карбонатов, (2) усиливающиеся во времени процессы частичной реакции нейтрализации среды с сильнощелочной до близкой к оптимальной слабощелочной, перехода соединений фосфора, калия и микроэлементов в более доступные для растений формы. В результате в почве со временем создаются условия формирования благоприятного для растений питательного режима, функционирование которого обеспечивает рост, развитие культурных растений и получение более высокого урожая.

Выполненная работа позволяет поставить новую задачу, имеющую важное практическое значение. Добавление мелиорантов или специальных биологических препаратов – это новый ресурс для почвы и произрастающего на ней растения, который будет расходоваться и уменьшаться во времени. Как всякий ресурс, он является ограниченным. Поэтому новой задачей является оценка длительности эффективного действия такого ресурса, особенно если учесть довольно высокие (мелиоративные) дозы внесения (10-20 т/га).

Полевой мелкоделяночный опыт на карбонатной почве Calcisol с поливом пшеницы, с одной стороны, продемонстрировал похожую общую тенденцию позитивного влияния органических мелиорантов, органических и биологических препаратов на

питательный режим в почве и урожайность растений, с другой стороны, выявил иную относительную эффективность внесения разных веществ как по сравнению с контролем, так и по сравнению их друг с другом. Точные причины на основе проведенных экспериментов установить сложно из-за изменения сразу нескольких важных факторов в полевом опыте по сравнению с вегетационным, а именно, выращивание разных культур (пшеницы в поле и кукурузы в вегетационном опыте), наличие искусственного дренажа в вегетационном опыте, который отсутствовал в поле, применение вермикомпоста в полевом опыте вместо традиционного компоста в вегетационном.

Общей тенденцией в полевом и вегетационных опытах является увеличение доступных для растений форм азота, фосфора, калия и микроэлементов в почве и более эффективное повышение урожайности обеих культур в вариантах с органическими мелиорантами и биологическим препаратом *Azospirillum brasiliense*. Общим также является более низкий эффект от внесения традиционной дозы NPK минеральных удобрений по сравнению с органическими мелиорантами.

Различия. Во-первых, по сравнению с контролем уровень прибавки биологической урожайности пшеницы в полевом опыте на карбонатной незасоленной почве заметно ниже (порядка 1.7-2.2 раза), чем таковой кукурузы в вегетационном опыте на той же почве (порядка 2.2-3.7 раза). Хотя даже более низкий уровень прибавки урожайности впечатляет.

Во-вторых, в полевом опыте одним из лучших вариантов оказался вермикомпост в дозе 20 т/га, тогда как в вегетационных опытах на обеих почвах применялся традиционный компост, который, наоборот, был одним из худших среди органических мелиорантов. Два важных фактора различий в опытах (культура и тип органического мелиоранта) не позволяют сформулировать предпочтения.

В-третьих, в полевом опыте продемонстрирована высокая эффективность трехкратного опрыскивания раствором гуминовых веществ растений и почвы. Результаты такого воздействия оказались сопоставимыми с внесением довольно высоких мелиоративных доз вермикомпоста и пивной дробины. К сожалению, автор не объясняет причин близкой эффективности результатов при существенном (на несколько порядков) различии количества веществ, использованных при воздействии на почву и растение.

Кратко остановлюсь на обоснованности положений автора, вынесенных на защиту. Этих положений пять.

Первое защищаемое положение, что «традиционный компост и вермикомпост, полученный из пивной дробины, — эффективные мелиоранты засоленных карбонатно-натриевых и известковых почв» (стр. 195), обосновано выполненными экспериментами. Влияние традиционного компоста проверялось в вегетационных опытах на обеих почвах, а влияние вермикомпоста — только в полевом опыте на карбонатной почве. Представляется, что указанные органические вещества, являющиеся отходом пивоваренной промышленности и продуктом переработки их червями, растворяя часть почвенных карбонатов кальция, создают благоприятный пищевой режим в карбонатных почвах.

Второе защищаемое положение сформулировано следующим образом: «Раствор гуминовых веществ, выделенных из вермикомпоста на основе пивной дробины и обогащенных эссенциальными микроэлементами, а также культура *Az. brasiliense* — регуляторы роста и развития сельскохозяйственных культур» (с. 195). Строго говоря, автор дает такое объяснение влиянию указанных воздействий на показатели урожайности кукурузы в вегетационном опыте и пшеницы в полевом опыте, используя

многочисленные ссылки на работы других авторов и конечные результаты развития растений в опытах, представленных в диссертации. Однако выполненные эксперименты имели другую цель. В них не исследовали собственно процесс регуляции роста и развития растений. Вариантов опыта, которые были бы направлены на решение этой задачи не было предусмотрено.

Следует сразу же обсудить пятое защищаемое положение, которое имеет похожую формулировку, касающуюся только не растений, а почв: «Раствор гуминовых веществ, выделенных из вермикомпоста на основе пивной дробины, включающий в себя эссенциальные микроэлементы, и культура *Az. brasiliense* — новые мелиоранты засоленных карбонатно-натриевых и известковых почв Египта» (с. 195). Об эффективности воздействия этих веществ уже упоминал, этот аспект влияния на почвы имеет экспериментальное обоснование в диссертации. Вместе с тем, дозы применения раствора гуминовых веществ очень малы. Механизм его влияния на почвы недостаточно понятный. По имеющей научной литературе, обзор которой представлен в диссертации в разделе 1.3.4, влияние осуществляется через особую стимуляцию растений, которые иначе взаимодействуют с почвой. Поэтому считать используемое вещество мелиорантом почвы затруднительно. Достаточно его называть органическим препаратом. Культуру *Az. brasiliense* также невозможно считать мелиорантом, поскольку это биологический организм, взаимодействующий с корневой системой растений. Разные механизмы влияния на почву и в большей степени на растение, представлены в обзоре литературы в разделе 1.3.3. Большинство из них связаны с изменяющимся поведением растения, т.е. опосредованный.

Было бы целесообразно объединить указанные два защищаемых положения в одно с иной, практически важной посылкой, например: Раствор гуминовых веществ, выделенных из вермикомпоста на основе пивной дробины, включающий в себя эссенциальные микроэлементы, и культура *Azospirillum brasiliense* — новые эффективные препараты для улучшения питательного режима засоленных карбонатно-натриевых и известковых почв Египта при возделывании кукурузы и пшеницы. Такая формулировка полностью соответствует результатам, представленным в диссертации.

Третье защищаемое положение: «Оценено действие минеральных удобрений, органических мелиорантов и культуры *Azospirillum brasiliense* на вынос из исследуемых почв с промывными водами ионов аммония, нитрат- и хлорид-ионов» (с. 195). В диссертации в разделах 4.1 и 6.1, посвященных результатам вегетационных опытов на засоленной и карбонатной почвах с орошением кукурузы, приводится анализ изменения pH и концентрации нескольких ионов в лизиметрических водах из вегетационных сосудов на 20, 40, 60, 80 и 100 день опыта. Вместе с тем, оценить вынос ионов из почвы по представленным данным невозможно, поскольку не представлены данные об объемах полученных лизиметрических вод.

Формулировка четвертого защищаемого положения: «Культура *Az. brasiliense* — эффективное средство снижения негативного действия на растения токсичных ионов и улучшения свойств засоленных карбонатно-натриевых и известковых почв» (с. 195). В диссертации для исследованных двух почв Египта представлены результаты заметного улучшения доступности фосфора, калия, микроэлементов и азота в засоленной и карбонатной почвах в вегетационных опытах с кукурузой и на карбонатной незасоленной почве в полевом опыте с пшеницей. Строго говоря, в защищаемое положение следует добавить указание на местоположение исследованных почв.

Тезис об эффективном снижении негативного действия на растения токсичных ионов в засоленной почве представляется неубедительным. Материалы инкубационного эксперимента с засоленной почвой не позволяют об этом судить, поскольку эксперимент

проводился без растений. В вегетационном опыте на засоленной почве с орошением кукурузы указанный препарат способствует увеличению разных биологических показателей состояния растений в конце опыта. В качестве объяснения автор использует мнение других исследователей, изучавших влияние этой культуры на растения и другие почвы. Это допустимый прием, но он не позволяет считать чужое мнение защищаемым положением собственной диссертации без специального обоснования. При анализе материалов выполненных диссидентом экспериментов следует учитывать наличие еще одного фактора. Почва в вегетационном сосуде промывалась, но не представлены данные об общем объеме фильтратов и выносе легкорастворимых солей из почвы. В связи с этим из материалов диссертации сделать обоснованное заключение о реальной причине общего положительного эффекта от применения препарата затруднительно.

Общая структура диссертации:

Во введении обоснована актуальность темы, указано на низкую степень ее разработанности для условий Египта, сформулированы цель и задачи исследования, новизна и практическая значимость результатов, положения, выносимые на защиту, приведена информация об апробации материалов на 8 конференциях в Санкт-Петербурге, Москве и Минске, перечислены библиографические сведения 9 публикаций автора, индексированных в Web of Science и Scopus.

Глава 1 диссертации представляет собой литературный обзор общих представлений о засоленных и карбонатных почвах, особенностей препаратов, которые диссидент использовал в своих экспериментах, влияния биологических и органических препаратов на химические и биологические свойства почв, включая засоленные почвы. Использованы в основном публикации на английском языке, исключая одну работу научного руководителя, написанную на русском языке. Иными словами, автор не знаком с российской научной литературой по вопросам использования биологических и органических препаратов при ведении сельского хозяйства на почвах сухостепной и полупустынной зон, для которых характерно широкое распространение засоленных почв солонцовых комплексов.

В главе 2 описаны исследованные объекты и использованные методы. Выполненные эксперименты: (1, 2) лабораторная инкубация образцов двух почв (saline-sodic soil and Calcisol) с биологическими и органическими препаратами без посева растений; (3, 4) вегетационные опыты на двух почвах с посевом кукурузы при орошении; (5) мелкоделяночный полевой опыт с посевом пшеницы только на карбонатной почве при орошении.

В главе 3 представлены результаты инкубационных лабораторных экспериментов с засоленной почвой (saline-sodic soil). Обсуждаются изменения pH, EC, обменного натрия, ESP, доступных форм фосфора и калия, содержания органического вещества, активности ферментов в зависимости от вида и дозы вносимых мелиорантов и биологических препаратов.

В главе 4 рассматриваются материалы вегетационного эксперимента с этой же почвой (saline-sodic soil). Обсуждаются изменения состава лизиметрических вод из вегетационных сосудов, физико-химических и агрохимических свойств почвы в конце эксперимента, параметров прорастания растений и урожайности кукурузы под влиянием внесенных мелиорантов и удобрений.

Глава 5 посвящена обсуждению результатов лабораторного инкубационного эксперимента с карбонатной почвой Calcisol. Рассматриваются изменения аналогичных свойств, как и в опыте с засоленной почвой. Отличие заключается в схеме опыта. Во-первых, она полностью исключает варианты внесения традиционного компоста, во-вторых, вместо варианта S1 (пивная дробина в дозе 10 г/кг почвы) исследуется внесение минеральных удобрений NPK, в-третьих, добавлены комбинированные варианты с минеральными удобрениями (A1+NPK, S2+NPK), в-четвертых, после 21 недели инкубации в варианты осуществляли посев семян кукурузы и оценивали их всхожесть в течение еще трех недель (21 день).

Глава 6 включает материалы вегетационного опыта с карбонатной почвой. В отличие от инкубационного эксперимента, вегетационные опыты на обеих почвах (saline-sodic soil and Calcisol) выполнены по одинаковой схеме.

В главе 7 представлены результаты полевого мелкоделяночного опыта на карбонатной незасоленной почве с орошением пшеницы и их анализ.

Каждая глава заканчивается локальным заключением по результатам соответствующего опыта. В конце представлено обобщенное заключение по всей работе.

Диссертация не лишена недостатков.

Замечания.

1. Стр. 19, 2-й абзац снизу. Во-первых, все названия почв по WRB пишут с заглавной буквы. В данном случае: Calcisols. Во-вторых, особые почвенные горизонты с содержанием $\text{CaCO}_3 > 15\%$ называются calcic horizons, а не “calcium horizons”. В-третьих, фраза «... the pH of CaCO_3 water suspensions ...» не понятна.
2. Стр. 20, 2-й абзац снизу. Единицы “ $\text{meq } 100 \text{ g}^{-1}$ ” являются устаревшими. В международной системе СИ вместо них используют “ $\text{cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$ ”. Соотношение единиц: $1 \text{ meq } 100 \text{ g}^{-1} = 1 \text{ cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$. (стр. 205) В русском переводе: 1 мэкв/100 г = 1 смоль(экв) kg^{-1} .
3. Стр. 20, 2-й абзац снизу. Тезис о возможном растворении карбоната кальция в жарком климате не обоснован. Растворимость карбоната кальция зависит от парциального давления CO_2 в почвенном воздухе, наличия воды в почве выше влажности завядания и только на их фоне от температуры. Также имеют значение водный режим почвы, состав поступающих в почву растворов (атмосферных осадков, поливных и прочих вод) и других факторов, влияющих на реакцию среды и состав почвенных растворов (внесение удобрений, мелиорантов, выделения организмов и проч.).
4. Стр. 25, рис. 1.3; стр. 26, рис. 1.4. Отсутствуют ссылки на источники представленных изображений.
5. Стр. 38, табл. 2.1. По международной классификации (WRB-2015) класс гранулометрического состава (texture) в образце saline-sodic soil соответствует «Clay», поскольку содержание фракций clay и silt 45.3 и 23.5%, соответственно.
6. Стр. 39, табл. 2.2. Во-первых, не ясна причина очень высокого значения удельной электропроводности ($\text{EC}_{1:5}$) в препаратах вермикомпоста (3.31 дСм/м) и гуминовых веществ (12.41 дСм/м). Если указанные значения пересчитать на влажность 50%, приблизительно соответствующей влажности вытяжки из водонасыщенной пасты почвы (saturated extract from soil), получатся значения 33.1 и 124.1 дСм/м, что будет оценено как экстремально сильная степень засоления, характерная для солончаков. Это странно, если учесть, что препарат подвергался диализу (стр. 41). Во-вторых, значение содержания органического вещества в препарате HS 39.3 g kg^{-1} (соответствует 3.93% по массе) представляются слишком заниженными, если

- считать, что это чистый препарат гуминовых веществ. Кроме того, содержание органического углерода в этом образце указано 22.79%, что более реалистично, хотя также представляется заниженным для препарата гуминовых веществ.
7. Стр. 41. Солевой раствор с pH~9.0 является сильнощелочным, а не слабощелочным.
 8. Стр. 42. В процедуре приготовления раствора с микроэлементами не указан объем раствора, в который добавляли указанное количество граммов разных веществ. В результате не ясна концентрация добавленных веществ в использованном растворе.
 9. Глава 2 на английском и русском языках. В вегетационных опытах использован «традиционный компост». В диссертации описание способа его приготовления и свойства мелиоранта не представлены.
 10. Стр. 43. Описание лабораторных экспериментов по инкубации образцов недостаточно. (1) Не указана цель эксперимента. (2) Отсутствует обоснование выбранных схем опыта, отличающихся для двух почв, доз мелиорантов и соотнесение таких доз с потенциальным их применением в реальной практике. (3) Не ясно, в каких лабораторных условиях содержались варианты обоих опытов после их первоначального приготовления (температура помещения, сосуды открытые или закрытые, как часто приходилось доливать воду, поддерживая постоянную влажность).
 11. Стр. 45. Описание вегетационных опытов недостаточно. (1) Отсутствует информация о параметрах вегетационных сосудов и водно-физических свойствах почв в вариантах опытов для оценки формирования стока избытка воды из дна сосуда. (2) Отсутствует информация о химическом составе поливной воды. (3) Не указан критерий назначения полива и частота поливов. (4) Не ясна финальная стадия подготовки образцов для анализа почв после завершения эксперимента: вынимался весь объем почвы из сосуда с последующим его тщательным перемешиванием, или вынималась только какая-то часть образца (тогда какая?), или выполнялся послойный отбор образцов по глубине (поскольку полив с дренажем необходимо создает вертикальную дифференциацию свойств почвы в сосуде)?
 12. Стр. 46-47. В описании полевого эксперимента отсутствует информация о химическом составе поливной воды (из реки Нил), режиме орошения, глубине грунтовых вод, исходной неоднородности (или однородности) почвенного покрова и вариации свойств пахотного слоя в пределах экспериментального участка, вертикального распределения свойств почв, представленных на участке.
 13. Стр. 48. Не указан диапазон глубины отбора образцов почвы.
 14. Стр. 51. Во-первых, в диссертации есть противоречие между словесным определением величины V из уравнения (1) как объема использованной воды (applied water volume) и расчетом этой величины по уравнению (2), которое предполагает только расходные (а не приходные) статьи водного баланса. Во-вторых, не указаны способы оценки всех расходных статей водного баланса, входящих в уравнение (2).
 15. Стр. 53, табл. 3.1. Единицы содержания обменного натрия указаны неверно. По логике и соотношению CEC и ESP, должны быть смоль(+)/кг (устаревшие: мэкв/100 г почвы).
 16. Стр. 54. В лабораторном инкубационном эксперименте уменьшение ESP после внесения органических мелиорантов в больших дозах связано с увеличением емкости катионного обмена (CEC) при отсутствии значимого изменения содержания обменного натрия (см. табл. 3.1). Объяснение уменьшения ESP в saline-sodic soil за счет некоторого уменьшения содержания водорастворимых солей (по удельной электропроводности), которое сделал автор, носит характер корреляции, а не функциональной связи. Более вероятно, что уменьшение удельной

электропроводности вытяжки из водонасыщенной пасты в вариантах S1, S2, A1 обусловлены увеличением влажности пасты за счет внесения большого количества гидрофильных веществ при отсутствии изменения собственно содержания легкорастворимых солей в инкубированном образце, который не подвергался промывке. К сожалению, автор не приводит значения влажности водонасыщенных паст всех вариантов опыта, чтобы можно было сделать реальные оценки. Ссылки на литературные публикации об уменьшении содержания солей в засоленных почвах после внесения органических мелиорантов в данном случае неуместны, поскольку в тех объектах возможно было вымывание солей из почвы, а в рассматриваемом инкубационном лабораторном эксперименте отсутствовали условия и процессы удаления солей из образца или связывания легкорастворимых солей в труднорастворимые формы.

17. Стр. 56, 3-я строка сверху. Странная гибридная запись единиц («см^{eq}100 kg⁻¹»). Явная ошибка, которая повторяется еще 3 раза в следующем абзаце. Должна быть либо устаревшая единица «т^{eq}/100 g», либо единица СИ «смоль(+) kg⁻¹».
18. Стр. 56. Объяснение уменьшения содержания обменного натрия в инкубационном эксперименте A1 (*Az. brasiliense*) не реально. По условиям эксперимента нет агентов, которые могли бы связать ионы натрия в нерастворимую форму в образце.
19. Стр. 57. Увеличение СЕС в инкубационном эксперименте произошло не за счет накопления обменного кальция и магния, а за счет добавления большого количества органических веществ с высокой емкостью катионного обмена (порядка 500-900 смоль(+) кг⁻¹ органического вещества). Это демонстрирует простой расчет: если принять условно СЕС_{орг.в-ва}= 700 смоль(+) кг⁻¹ и добавленное количество пивной дробины 1% от массы образца, то получим увеличение СЕС в варианте S1 на 7 смоль(+) кг⁻¹, что соответствует полученным данным. Естественно, что мелиорант с кислой реакцией среды будет растворять карбонаты кальция и магния в почве, ионы водорода будут связываться карбонат- и бикарбонат-ионами, а ионы кальция и магния, поступающие в раствор, будут участвовать в реакциях катионного обмена и заполнят появившиеся дополнительные обменные позиции. Химические реакции будут сдвинуты в сторону образования продуктов в связи с образованием угольной кислоты, распадающейся на воду и углекислый газ. Последний выделяется в почвенный воздух.
20. Стр. 58, табл. 3.2. Поскольку наименьшая существенная разница составляет десятки и сотни единиц соответствующих активностей ферментов, числовые значения всех величин для разных вариантов опыта необходимо округлить до целых.
21. Стр. 64-65. Автор не объясняет причины более низкого содержания ТОС в варианте A1 (по сравнению с контролем) через 10 недель и резкого увеличения ТОС к концу 21 недели.
22. Стр. 69-72. Для объяснения результатов изменения pH, удельной электропроводности и концентрации нитратов в лизиметрических водах из вегетационных сосудов недостаточно информации о: (1) химическом составе и общей минерализации поливной воды; (2) объемах лизиметрического стока и их доли от объема порового пространства в вегетационных сосудах. Из представленных результатов, демонстрирующих значения EC<0.46 дСм/м в лизиметрических фильтратах через 100 дней, следует, что к концу вегетационного опыта почва была рассолена. Иными словами, была проведена промывка почвы от солей, очевидно, пресной водой. Автору следует учитывать этот факт при интерпретации данных вегетационного опыта и формулировании практических рекомендаций для реальных засоленных почв исследуемого региона, поскольку в конце опыта почва уже являлась незасоленной.

Отмеченные замечания снижают общую оценку диссертации, сохраняя ее положительной. Новизна выполненных исследований, теоретическое и практическое значение полученных результатов в виде обоснования возможности эффективного возделывания кукурузы и пшеницы на слабозасоленных и карбонатных почвах Египта на основе применения органических мелиорантов из отходов пивоваренной промышленности и/или биологического препарата с *Azospirillum brasiliense* позволяют считать рассматриваемую диссертацию законченной научной работой.

Общее заключение: Диссертация Mohamed Hafez Abdel Fattah Mohamed Kotat на тему: «INFLUENCE OF ORGANIC AND BIOLOGICAL AMELIORANTS ON THE PROPERTIES OF SALINE-SODIC SOILS IN EGYPT» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Mohamed Hafez Abdel Fattah Mohamed Kotat заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по научной специальности 1.5.19. Soil science. Пункты 9 и 11 указанного Порядка диссертантом не нарушены.

Член диссертационного совета
доктор сельскохозяйственных наук,
старший научный сотрудник,
главный научный сотрудник,
заведующий отделом генезиса и
мелиорации засоленных и солонцовых почв
ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева»



 Хитров Н.Б.

26 мая 2022 г.

(*Подпись руки Хитрова Н.Б.
заверяю Зав. канцелярией Н.Б. (Будагенко З.М.)*)