

На правах рукописи



Яковлева Елена Александровна

**ВЛИЯНИЕ БОРНЫХ И ЙОДНЫХ УДОБРЕНИЙ
НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО РИСА
В УСЛОВИЯХ КУБАНИ**

06.01.04 – агрохимия

**Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук**

Краснодар – 2018

Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина» в 2013–2015 гг.

Научный руководитель: доктор биологических наук,
профессор, академик РАН
Шеуджен Асхад Хазретович

Официальные оппоненты: **Тишков Николай Михайлович**
доктор сельскохозяйственных наук,
заведующий агротехнологическим от-
делом ФГБНУ ФНЦ «Всероссийский
научно-исследовательский институт мас-
личных культур имени В.С. Пустовойта»
Аканова Наталья Ивановна
доктор биологических наук, профессор
главный научный сотрудник лабора-
тории химической мелиорации ФГБНУ
«ВНИИ агрохимии»

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Майкопский государствен-
ный технологический университет»

Защита диссертации состоится «29» ноября 2018 г. в 11 часов на заседании диссертационного совета Д 220.038.03 при ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина» по адресу: 350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина» и на официальном сайте <http://www.kubsau.ru.>, с авторефератом – на официальных сайтах: Высшей аттестационной комиссии РФ – <http://www.vak.ed.gov.ru.> и ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина» – <http://www.kubsau.ru.>

Автореферат разослан «12» октября 2018 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор биологических наук,
профессор

Л.В. Цаценко

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность и основание для исследований. Обеспечение устойчивого развития и продовольственной безопасности Российской Федерации является стратегическим направлением агропромышленного комплекса страны. На современном этапе функционирования сельского хозяйства среди факторов повышения продуктивности агроценозов определяющим является оптимизация минерального питания растений.

Доказательными исследованиями последних 40 лет достаточно четко установлено, что одним среди существенных факторов нарушения функционирования агроценоза является несбалансированное питание (Тонконоженко Е.В., 1973; Битюцкий Н.П., 2010; Панасин В.И., 2003; Хурум Х.Д., 2009; Шеуджен А.Х., 2016; Сычев В.Г., Аристархов А.Н., Яковлева Т.Я., 2015; Ягодин Б.А., 2002; Подколзин А.И. и др., 2002). Ученые указывают на дефицит биогенных микроэлементов в основных типах почв России и выражают крайнюю необходимость решения проблемы оптимизации питания растений и использования микроудобрений.

К числу эссенциальных микроэлементов относятся бор и йод. Выявлено положительное влияние их на физиолого-биохимические процессы и продуктивность растений риса. Вместе с тем возрастает актуальность научного обоснования приемов использования йодных и борных удобрений. Это и определило выбор темы и направление исследований.

Цель исследований – агроэкологическая оценка борных и йодных удобрений и разработка регламента их применения при выращивании риса на лугово-черноземных почвах правобережья реки Кубань.

Задачи исследований:

1. Изучить влияние предпосевного обогащения семян риса йодом и бором на их посевные качества;
2. Установить воздействие борного и йодного удобрений на рост и развитие растений;
3. Оценить изменение фотосинтетической деятельности растений риса под влиянием бора и йода;
4. Определить содержание в растениях биогенных элементов и вынос их урожаем риса при включении бора и йода в систему удобрения риса;

5. Провести сравнительную оценку эффективности различных способов применения йодных и борных удобрений;

6. Выявить оптимальные дозы борных и йодных удобрений, обеспечивающие рост урожайности и качества зерна риса;

7. Дать экономическую оценку различным способам внесения йодных и борных удобрений;

8. Разработать рекомендации производству по совершенствованию системы удобрения риса при возделывании на лугово-черноземных почвах правобережья реки Кубань.

Научная новизна. В результате проведенных исследований с районированными на Кубани сортами риса Рапан и Хазар получены оригинальные данные по влиянию бора и йода на посевные качества семян, рост, развитие, минеральное питание и фотосинтетическую деятельность растений, количество и качество урожая зерна. Проведена оценка действия различных форм борных и йодных удобрений на урожайность риса. Впервые выявлена сортовая специфика в отклике на действии борных и йодных удобрений.

Практическая значимость работы. Установлена эколого-агрохимическая и агроэкономическая эффективность включения бора и йода в систему удобрения риса для увеличения урожайности и улучшения качества зерна и разработан регламент применения борных и йодных удобрений при выращивании риса на лугово-черноземных почвах правобережья реки Кубань.

Методология и методы исследования. Теоретическую и методологическую основу исследований составили методы планирования эксперимента. Результаты исследований получены в ходе лабораторных, вегетационных и полевых опытов. Лабораторные анализы почвы и растений проводили по общепринятым методикам. Полученные данные оценивали методом дисперсионного анализа (Шеуджен А.Х., Бондарева Т.Н., 2015).

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Включение бора и йода в систему удобрения риса активизирует ростовые процессы, увеличивает площадь ассимиляционной поверхности растений и содержание в листьях пластидных пигментов;

2. Применение борных и йодных удобрений поддерживает на более высоком уровне азотный, фосфорный и калийный статус растения во все фазы вегетации риса;

3. Агроэкономическая и эколого-агрохимическая эффективность борных и йодных удобрений в рисовом агроценозе определяются их дозой, формой и способом внесения.

Апробация работы. Основные выводы и предложения, сделанные на основании проведенных исследований, докладывались на научных конференциях всероссийского [Всероссийская научно-практическая конференция «Научное обеспечение агропромышленного комплекса», Краснодар, 2013, 2014, 2015 г.; Научно-практическая конференция преподавателей факультетов защиты растений, агрохимии и почвоведения по итогам НИР за 2013, 2014, 2015 гг., Краснодар, 2013, 2014, 2015 гг.] и международного уровня [Международная научно-практическая конференция «Перспективы развития науки и образования», Тамбов, 2014 г.; 14-я Международная дистанционная научная конференция «Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения», Липецк, 2015 г.].

Материалы диссертационного исследования были положены в основу проекта программы «УМНИК» по направлению «Биотехнологии», который в 2013 г. был признан победителем.

Личный вклад автора. Соискатель непосредственно принимал участие в закладке и проведении лабораторного, вегетационного и полевого опытов, в обработке и оценке экспериментальных данных, их анализе и написании диссертации.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 13 печатных работ, в т.ч. 2 публикации – в журналах, включенных в перечень ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации, объем 1,75 п.л.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 152 страницах машинописного текста и состоит из введения, 4-х глав, выводов, списка литературы и приложения. Экспериментальный материал приведен в 32 таблицах и 11 рисунках. Список литературы включает 226 наименований, в том числе 35 на иностранном языке.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ПРИМЕНЕНИЯ БОРНЫХ И ЙОДНЫХ УДОБРЕНИЙ В РИСОВОДСТВЕ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Обзор литературных источников по теме диссертационной работы показал, что накоплено большое количество экспериментальных данных отечественных и зарубежных авторов, подтверждающих эффективность применения микроэлементов в растениеводстве и в частности рисоводстве. Приведены данные о роли йода и бора в жизнедеятельности растений, а также рассмотрены вопросы о состоянии исследований по одноименным элементам на Кубани.

2 УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Полевые опыты закладывались на рисовой оросительной системе ФГУ СП «Красное» Красноармейского района Краснодарского края. По схеме агроклиматического районирования Краснодарского края территория хозяйства входит в третий агроклиматический район, характеризующийся умеренно-континентальным климатом и относящийся к зоне неустойчивого увлажнения

Погодные условия в период выполнения исследований в целом были благоприятными для выращивания риса и позволяли получить достоверные данные.

Почва опытного участка – рисовая лугово-черноземная тяжелосуглинистая среднемощная слабогумусная на деградированных лессовидных отложениях, которая характеризуется сравнительно высоким потенциальным плодородием. Лугово-черноземные почвы имеют невысокую степень гидроморфизма. Мощность гумусового горизонта А+В достигает 80–100 см. По агрохимическим показателям содержание гумуса в почве низкое (2,96 %); обменная кислотность – близкая к нейтральной ($pH_{KCl}=5,85$); актуальная кислотность – нейтральная ($pH_{H_2O}=7,02$); содержание минерального азота (27 мг/кг) – низкое; подвижного фосфора (48,0 мг/кг) и калия (200,3 мг/кг) – среднее, валового йода – низкое (3,2 мг/кг), валового бора – среднее (45,1 мг/кг).

Исследования по агроэкологической оценке йодных и борных удобрений включали лабораторный, вегетационный и два по-

левых опыта. Объектами исследования были йодные и борные удобрения, а также сорта риса Хазар и Рапан, которые относятся к среднеспелой группе.

В вегетационном опыте растения выращивались в сосудах емкостью 6 кг воздушно-сухого песка. Уровень минерального питания создавался внесением двойной питательной смеси Прянишника содержащей (г/кг): NH_4NO_3 – 0,48; CaHPO_4 – 0,344; $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ – 0,05; $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – 0,688; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,246; KCl – 0,32. В каждом сосуде выращивали 10 растений. Режим орошения – укороченное затопление.

В полевых опытах исследования проводились на фоне внесения минеральных удобрений из расчета $\text{N}_{120}\text{P}_{80}\text{K}_{60}$. Фосфорное (аммофос: 12 % N, 52 % P_2O_5) и калийное (калий хлористый, 60 % K_2O) удобрение вносили полной дозой до посева; азотное – в два приема: до посева N_{18} (аммофос) и 2 подкормки (карбамид, 46 % N) – в фазе всходов и кущения. Борное и йодное удобрения применяли путем обработки семян водными растворами с концентрацией 0,05; 0,1; 0,5; 1,0%. В качестве микроудобрений использовали борную кислоту (17 % д.в.), хелат бора (14 % д.в.) и йодистый калий (72 % д.в.). Обработку семян осуществляли непосредственно перед посевом, полусухим способом (10 л рабочего раствора на 1 т семян). Некорневую подкормку проводили в фазе кущения (6 листьев) путем опрыскивания растений, водными растворами микроэлементов в концентрациях 0,05 %, 0,1 % и 0,5 %. Расход рабочего раствора – 300 л/га. Контрольные растения обрабатывали водой.

Посев производился селекционной сеялкой рядовым способом на глубину 1,0–1,5 см. Норма высева – 7 млн. всхожих зерен на 1 га. Предшественник – в 1-й год изучения – оборот пласта многолетних трав, 2-й и 3-й года – рис. Режим орошения – укороченное затопление. Площадь делянки: общая – 15,0 м², учетная – 10 м², повторность вариантов 4-х кратная, размещение делянок – рендомизированное. Технология предпосевной подготовки почвы, водный режим и уход за посевами соответствовали рекомендациям ВНИИ риса для данного региона. Отбор проб растений для биометрического и химических анализов проводился по фазам вегетации растений риса: кущение, выметывание и полная спелость зерна.

Посевные качества семян и силу начального роста определяли по ГОСТ 10968-88 и ГОСТ 12038-84, линейные параметры расте-

ний – путем измерения, площадь листьев – методом высечек, содержание в листьях хлорофиллов *a*, *b* и каротиноидов – спектрофотометрически по методу Lichtensthaler в модификации Федулова, сухую массу растений – гравиметрическим методом после 6 ч. высушивания при температуре 106°C. В растительных образцах определяли: содержание азота, фосфора и калия – по Куркаеву из одной навески, бор – фотометрическим методом с использованием хинализарина, йод – кинетическим роданидно-нитритным методом по прописи Г.Ф. Проскураковой.

Агрохимический анализ почвы выполняли по следующим методикам: содержание гумуса – титриметрическим методом по Тюрину в модификации Симакова; нитратный азот – потенциометрическим методом с помощью ионоселективного электрода, аммонийный азот – колориметрически с помощью реактива Несслера в вытяжке 0,1 н КСl; подвижных форм фосфора и калия – по методу Чирикова в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26204-91); рН водной и солевой суспензии – потенциометрическим методом; подвижных соединений бора – методом Бергера и Труога в модификации ЦИНАО (ГОСТ Р 50688-94); йод – кинетическим роданидно-нитритным методом.

Учет урожая производился путем уборки учетной делянки с последующим обмолотом и взвешиванием. Масса зерна пересчитывалась на стандартную влажность (14 %) и чистоту (100 %). Перед уборкой отбиралось по 25 растений с каждой делянки для биометрического анализа.

Технологическая оценка качества зерна была проведена в соответствии с методикой национальных стандартов Российской Федерации.

Полученные результаты оценивали методом дисперсионного анализа (Шеуджен А.Х., Бондарева Т.Н., 2015).

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Посевные качества семян риса при их обогащении бором и йодом

Микроэлементы стимулируют интенсивность поглощения семенами в период их прорастания воды и активность гидролитических ферментов, что способствует повышению энергии, скорости, дружности и бонитета прорастания семян (Хурум Х.Д., 2009; Шенуджен А.Х., 2016).

Предпосевная обработка семян риса йодом и бором улучшает их посевные качества: энергия прорастания увеличивается на 3,0–10,0 и 4,0–12,0 %, всхожесть – 1,0–3,0 и 1,0–3,6 %, высота ростка – 9,4–31,3 и 25,0–43,8 % и его сухая масса – в 1,2–2,5 и 1,8–3,3 раза соответственно. Наибольших значений эти показатели достигают под воздействием 0,5 % раствора бора и 0,1 % – йода.

3.2 Полевая всхожесть семян, густота стояния и выживаемость растений риса при включении бора и йода в систему удобрения риса

Обогащение семян риса бором и йодом оказывает положительное влияние на полевую их всхожесть. При предпосевной обработке семян риса бором их полевая всхожесть возросла на 3,4–6,0 % , йодом – 0,3–4,5 %. Максимальные значения этого показателя отмечены в вариантах В 0,5 % и I 0,1 %. Во все годы исследования борные удобрения оказывали большее влияние на полевую всхожесть семян риса, чем йодные. Причем, совместное их применение не оказывало более значительного влияния, чем каждого в отдельности.

Микроэлементы не только увеличивают полевую всхожесть семян риса, но и способствуют формированию жизнеспособных проростков, что реализуется в снижении изреживаемости всходов в процессе вегетации растений. Под воздействием бора выживаемость растений возросла на 7,5–14,2 %, йода – 0,8–13,4 %.

Действие бора на устойчивость растений к неблагоприятным факторам окружающей среды превосходит йод. Наибольших значений полевая всхожесть (34,8 %) и выживаемость растений (84,5 %) достигают при посеве семенами, обработанными 0,5 % водным раствором бора.

3.3 Влияние йода и бора на рост и развитие растений

Предпосевная обработка семян. Предпосевная обработка семян риса йодом и бором оказывают положительное влияние на рост и развитие растений.

При посеве семенами, обогащенными йодом растения превышали по высоте контрольные в фазе кушения на 1,2–3,2 см (2,6–6,9 %), выметывания – 3,1–5,2 см (3,6–6,1 %), молочно-восковой спелости зерна – на 3,0–5,0 см (3,5–5,8 %) (таблица 1). Под воздействием бора высота растений риса увеличивалась относительно контроля в фазе кушения на 2,5–4,2 см, что составляет 5,4–9,1 %; выметывания – 3,6–5,5 см (4,2–6,5 %); молочно-восковой спелости – на 3,3–5,6 см (3,9–6,5 %).

Таблица 1 – Динамика высоты растений и накопления сухого вещества при предпосевной обработке семян йодом и бором (2013–2015 гг.)

Вариант	Кушение		Выметывание		Молочно-восковая спелость зерна	
	высота растений, см	сухая масса, г/раст.	высота растений, см	сухая масса, г/раст.	высота растений, см	сухая масса, г/раст.
Контроль (фон)	46,3	0,70	85,2	5,77	85,6	7,92
Фон + вода	46,6	0,74	85,3	5,81	85,9	7,93
Фон + I 0,05 %	47,5	0,78	88,3	6,02	88,6	8,35
Фон + I 0,1 %	49,5	0,87	90,4	6,21	90,6	8,61
Фон + I 0,5 %	49,1	1,08	89,9	7,77	90,1	9,77
Фон + I 1,0 %	48,9	0,99	89,4	7,34	89,6	9,38
Фон + B 0,1 %	48,8	0,93	89,6	7,05	89,9	9,30
Фон + B 0,5 %	50,5	1,18	90,7	8,31	91,2	10,22
Фон + B 1,0 %	49,7	0,99	88,8	7,54	88,9	9,67
Фон + I 0,1 % + B 0,5 %	49,6	1,03	90,6	7,10	90,8	9,37
НСР ₀₅	2,7	0,05	5,2	0,41	5,0	0,52

Наряду с увеличением высоты растений при посеве обработанными йодом и бором семенами наблюдалось интенсивное накопление биомассы. В фазе всходов растения в агроценозе с посевом семенами обогащенными йодом по сухой массе превышали контрольные на 11,4–54,3 %, бором – 32,9–68,6 %, йодом и бором – 47,1 %, в фазе выметывания эти отличия составляли соответственно

4,3–34,7 %, 22,2–44,0 %, 23,1 %, молочно-восковой спелости зерна – 5,4–23,4 %, 17,4–29,0 % и 18,3 %. Во все фазы вегетации наиболее высокими были растения в вариантах с предпосевной обработкой семян 1 0,1% раствором йода и 0,5% – бора. Использование иных концентраций микроэлементов для предпосевной обработки семян оказывало более слабое воздействие.

Некорневая подкормка растений. Анализ роста растений не выявил влияния йода и бора, применяемых в фазе кущения растений риса, на их высоту.

Сухая масса вегетативных органов в фазе кущения растений при некорневой подкормке йодом выше, чем в контроле на 6,3–14,1 %, а бором – на 9,4–15,6 %. К фазе выметывания отмеченные различия увеличились до 21,1–23,1 % и 21,8–24,6 % соответственно при подкормке йодом и бором. В дальнейшем в период формирования и налива зерновок различия, наоборот, уменьшились и составили 7,5–11,4 и 8,9–23,9 % при подкормке соответственно йодом и бором. Накопление сухого вещества в надземных органах растений риса наиболее интенсивно протекало при использовании для некорневой подкормки 0,1 % растворов йода и бора. Совместное применение этих микроэлементов менее эффективно, чем раздельное. Таким образом, микроудобрения оказывают стимулирующее действие на рост растений риса в высоту и накопление ими биомассы. При этом их влияние на биосинтез более выражено, чем на линейный рост растений в высоту во все фазы вегетации риса.

3.4 Влияние бора и йода на фотосинтетическую деятельность растений риса

Не изменяя характер динамики площади ассимиляционной поверхности растений, йод и бор способствуют увеличению ее размера. Уже в фазе кущения в вариантах с обогащением семян йодом она была больше, чем в контроле на 5,5–11,2 %, что составляет 2,9–5,9 см²/раст. Влияние бора было значительнее и оценивалось в 10,4–13,6 %. В фазе выметывания существенного влияния йода на размер площади ассимиляционной поверхности листьев растений не наблюдалось. Наибольшие отличия от контроля в размере 6,2 % (5 см²/раст.) наблюдались при дозе йода 0,1 %. Влияние бора, хотя к этой фазе и ослабевало, но, тем не менее, растения из вариантов с посевом обогащенными им семенами обладали ассимиляционной

поверхностью на 6,0–9,5 % большей, чем в контроле. Предпосевное обогащение семян риса йодом и бором способствовало повышению обеспеченности листьев фотосинтетическими пигментами.

3.5 Содержание бора, йода, азота, фосфора и калия в растениях риса при посеве обогащенными йодом и бором семенами

Бор. Предпосевное обогащение семян риса йодом обеспечивает увеличение содержания бора в вегетативной массе растений риса в фазе кущения на 0,2–0,3 мг/кг, выметывания – 0,2–0,5 мг/кг и полной спелости зерна – на 0,2–0,5 мг/кг сухой массы. Это означает, что содержание бора повышается соответственно на 8,0–12,0 %, 10,0–25 % и 11,8–29,4 %. Обогащение семян бором приводило к увеличению его содержания в вегетативных органах растений в фазе кущения на 0,9–2,2 мг/кг или 36–88 %, выметывания – 1,1–2,4 мг/кг или 55–120 %; полной спелости зерна риса – 58,8–117,6 %, а в зерне – на 21,1–63,2 %, что составляет 0,4–1,2 мг/кг.

Йод. Йод в растениях риса накапливается значительно в меньшем количестве, чем бор. При улучшении обеспеченности растений йодом путем предпосевной обработки семян его содержание в соломе увеличивалось на 2,7–24,3 % и в зерне – 36,0–64,0 %. Предпосевное обогащение семян бором также влияло на поглощение йода растениями. В соломе его количество превышало контроль на 5,4–13,5 %, в зерне – на 28,0–36,0 %. Наиболее сильное влияние на накопление йода в соломе и зерне оказывал бор при предпосевной обработке семян 1,0 % раствором.

Азот. Обогащение семян риса йодом активировало процесс поглощения растениями азота, что проявлялось в накоплении большего его количества. В фазе кущения содержание этого элемента в вегетативных органах растений получивших йод с удобрением было больше, чем в контрольных на 0,02–0,14 %. К фазе выметывания влияние йода усиливалось, и эти отличия возрастали до 0,12–0,26 %, а в фазе полной спелости зерна – сокращалось до 0,03–0,08 %, что является косвенным указанием на влияние йода на аттракцию азота из вегетативных органов в зерновку. В зерне риса из агроценоза с посевом обогащенными йодом семенами азота содержалось на 0,09–0,13 % больше, чем с не обогащенными (таблица 2).

Таблица 2 – Динамика содержания азота в растениях риса при посеве обогащенными йодом и бором семенами, % сухой массы

Вариант	Фаза вегетации			
	кущение	выметывание	полная спелость	
			листья + стебли	зерно
Контроль (фон)	2,61	1,71	0,52	1,16
Фон + вода	2,62	1,73	0,54	1,21
Фон + I 0,05 %	2,64	1,83	0,56	1,25
Фон + I 0,1 %	2,75	1,97	0,60	1,29
Фон + I 0,5 %	2,63	1,95	0,55	1,27
Фон + I 1,0 %	2,64	1,88	0,58	1,27
Фон + B 0,1 %	2,73	1,91	0,57	1,30
Фон + B 0,5 %	2,80	2,10	0,60	1,34
Фон + B 1,0 %	2,72	2,07	0,55	1,31
Фон + I 0,1 % + B 0,5 %	2,76	2,06	0,58	1,33
НСР ₀₅	0,03	0,11	0,04	0,06

Улучшение обеспеченности растений риса бором влияет на потребление азота также как и йодом. При этом степень его воздействия на эти процессы более значительна, что обусловлено участием бора в физиологических процессах азотного обмена. В зависимости от концентрации бора в растворе, используемом для обогащения семян, азота в растениях содержалось больше, чем в контрольных, в фазе кущения на 0,11–0,19 %, выметывания – 0,20–0,39 %, а при созревании – на 0,03–0,08 % в листостебельной массе и 0,14–0,18 % в зерне.

Наибольшим и практически одинаковым содержанием азота в вегетативных органах и зерне было в растениях из семян, обработанных перед посевом 0,1 % раствором йода, 0,5 % – бора и содержащим 0,1 % йода и 0,5 % бора.

Фосфор. Предпосевное обогащение семян риса йодом способствовало повышению, по сравнению с контролем, содержания фосфора в вегетативных органах растений риса в фазе кущения на 0,04–0,09 %, выметывания – 0,02–0,05 %, полной спелости – 0,01–0,03 %, а в зерне – на 0,03–0,06 % (таблица 3). Больше всего фосфора содержалось в растениях, выросших из семян, обработанных 0,1 % водным раствором йода.

Таблица 3 – Динамика содержания фосфора в растениях риса при посеве обогащенными йодом и бором семенами, % сухой массы

Вариант	Фаза вегетации			
	кущение	выметывание	полная спелость	
			листья + стебли	зерно
Контроль (фон)	0,69	0,54	0,23	0,64
Фон + вода	0,71	0,55	0,25	0,66
Фон + I 0,05 %	0,73	0,57	0,24	0,67
Фон + I 0,1 %	0,78	0,59	0,26	0,70
Фон + I 0,5 %	0,77	0,56	0,25	0,67
Фон + I 1,0 %	0,75	0,56	0,26	0,68
Фон + B 0,1 %	0,74	0,59	0,25	0,67
Фон + B 0,5 %	0,80	0,62	0,28	0,71
Фон + B 1,0 %	0,77	0,58	0,24	0,68
Фон + I 0,1 % + B 0,5 %	0,78	0,59	0,26	0,69
НСР ₀₅	0,03	0,03	0,02	0,02

Предпосевная обработка семян бором способствовала увеличению содержания фосфора в листостебельной массе в фазе кущения растений – на 0,05–0,11 %, выметывания – 0,04–0,08 %, полной спелости зерна – 0,01–0,05 %, а зерне – на 0,03–0,07 %. Наиболее сильное влияние на поглощение растениями риса фосфора оказывает обработка растений 0,5 % водным раствором бора.

Совместное применение борного и йодного удобрения не увеличивало их влияния на поглощение растениями фосфора по сравнению с отдельным воздействием.

Калий. Предпосевное обогащение семян как йодом, так и бором позитивно отражается на поглощение растениями риса калия. Так, фазе кущения растений содержание калия в листостебельной массе на вариантах с предпосевной обработкой семян йодом превышало таковое в контрольном варианте на 0,04–0,06 %, выметывания – 0,05–0,11 %, а в фазе полной спелости – на 0,09–0,16 %, а при обогащении бором – соответственно на 0,04–0,08 %, 0,07–0,17 % и 0,15–0,22 %. В зерне риса, полученном в вариантах с посевом обогащенными йодом и бором семенами, калия содержалось соответственно на 0,01–0,06 и 0,05–0,07 % больше, чем с контрольного варианта. Аддитивного воздействия бора и йода на поглощение растениями калия не обнаружено (таблица 4).

Таблица 5 – Динамика содержания калия в растениях риса при посеве обогащенными йодом и бором семенами, % сухой массы

Вариант	Фаза вегетации			
	куще- ние	выметы- вание	полная спелость	
			листья + стебли	зерно
Контроль (фон)	2,34	1,87	1,81	0,32
Фон + вода	2,34	1,89	1,83	0,33
Фон + I 0,05 %	2,38	1,92	1,90	0,35
Фон + I 0,1 %	2,40	1,98	1,97	0,38
Фон + I 0,5 %	2,38	1,96	1,95	0,35
Фон + I 1,0 %	2,38	1,95	1,94	0,36
Фон + B 0,1 %	2,39	1,94	1,96	0,37
Фон + B 0,5 %	2,42	2,04	2,03	0,39
Фон + B 1,0 %	2,38	1,98	1,96	0,38
Фон + I 0,1 % + B 0,5 %	2,41	2,00	1,98	0,38
НСР ₀₅	0,03	0,04	0,06	0,03

Больше всего накапливается калия в растениях из агроценоза с посевом семенами, обработанными 0,1 % раствором йода и 0,5 % раствором бора. Достоверных различий растений из этих вариантов по содержанию калия не наблюдалось, хотя можно отметить тенденцию большего его поглощения при обработке семян бором.

3.6 Влияние бора и йода на урожайность риса

Посев обогащенными йодом семенами обеспечивал рост урожайности риса в зависимости от дозы элемента в 2013 г. на 3,37–3,69 ц/га; 2014 г. – 3,60–3,75; 2015 г. – 2,82–3,75 ц/га, а обогащенными бором – соответственно 4,20–5,22 ц/га; 4,21–5,01 и 4,10–5,88 ц/га. В среднем за 3 года исследований урожайность при посеве обогащенными йодом семенами была выше, чем в контроле на 4,69–5,33, бором – 5,98–7,70 %. Наибольший эффект от применения йодного удобрения достигается при обработке семян 0,1 % раствором, борного – 0,5 %. Аддитивного влияния при совместном применении борного и йодного удобрения не выявлено. Урожайность риса в этом варианте была ниже, чем при раздельном использовании бора и несущественно выше, чем при обработке семян йодом (таблица 5).

Таблица 5 – Урожайность риса сорта Хазар при посеве обогащенными йодом и бором семенами (Полевой опыт 2013–2015 гг.)

Вариант	Урожайность, ц/га				Прибавка	
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	средняя	ц/га	%
N ₁₂₀ P ₈₀ K ₆₀ (фон)	67,76	70,65	71,00	69,80	-	-
Фон + вода	68,25	71,33	73,35	70,98	1,18	1,69
Фон + I 0,05 %	71,15	74,25	74,18	73,19	3,39	4,86
Фон + I 0,1 %	71,45	74,36	74,75	73,52	3,72	5,33
Фон + I 0,5 %	71,23	74,40	73,90	73,18	3,38	4,84
Фон + I 1,0 %	71,13	74,27	73,82	73,07	3,27	4,69
Фон + B 0,1 %	71,96	74,86	75,10	73,97	4,17	5,98
Фон + B 0,5 %	72,98	75,66	76,88	75,17	5,37	7,70
Фон + B 1,0 %	72,62	75,20	75,96	74,59	4,79	6,87
Фон + I 0,1 % + B 0,5 %	71,45	74,45	74,08	73,33	3,53	5,05
НСР ₀₅	3,41	3,62	3,56	-	-	-

Рост урожайности происходил вследствие увеличения длины метелки на 0,5–1,4 см (3,5–9,9 %), массы зерна с главной метелки – 0,2–0,5 г (6,5–16,1 %) и снижения пустозерности метелки на 0,5–1,6 %. Влияние этих микроудобрений на высоту растений и массу 1000 зерен не зафиксировано.

Некорневая подкормка растений в фазе кущения йодом обеспечивала рост урожайности риса в зависимости от концентрации рабочего раствора на 3,0–3,6 ц/га или 4,2–5,1 %, бором – на 2,9–5,2 ц/га или 4,1–7,1 %. Для достижения максимального эффекта от некорневой подкормки необходимо использовать для этого 0,1 % водные растворы йода и бора.

Степень воздействия йодного и борного удобрения на урожайность определялась не только их нормой, но и формой. При посеве семенами, обработанными борной кислотой, в зависимости от дозы урожайность увеличивалась на 4,15–5,94 ц/га (5,9–8,4 %) у сорта Рапан и 5,58–7,37 ц/га (8,1–10,7 %) – Хазар; а хелатом бора – соответственно на 2,34–4,42 ц/га (3,3–6,2 %) и 4,06–5,61 ц/га (5,9–8,1 %). И наоборот, при некорневой подкормке растений борной кислотой урожайность увеличивалась на 2,48–4,12 ц/га (3,5–5,8 %) и 2,13–2,53 ц/га (3,0–3,6 %), а хелатом бора – 3,36–5,47 ц/га (4,7–7,7 %) и 5,28–6,62 ц/га (7,6–9,6 %) соответственно у сортов Рапан и Хазар. Таким образом, экспериментально доказано, что для повышения эффектив-

ности предпосевной обработки семян следует использовать борную кислоту, а некорневой подкормки – хелат бора (таблица 6).

Таблица 6 – Урожайность зерна риса в зависимости от форм, доз и способа применения борного удобрения, ц/га (Полевой опыт 2014–2015 гг.)

Вариант	Сорт Рапан		Сорт Хазар	
	H ₃ BO ₃	Хелат В	H ₃ BO ₃	Хелат В
Обработка семян				
Контроль	70,83	70,83	69,03	69,03
В 0,1 %	74,98	73,17	74,61	73,09
В 0,5 %	76,77	75,25	76,40	74,64
В 1,0 %	75,47	74,76	74,86	73,85
НСР ₀₅	3,4	3,8	4,0	4,1
Некорневая подкормка растений в кушение				
Контроль	70,83	70,83	71,18	69,03
В 0,1 %	73,31	74,19	73,71	74,31
В 0,5 %	74,95	76,30	73,72	75,65
В 1,0 %	73,60	75,75	73,31	74,85
НСР ₀₅	3,9	4,1	4,2	3,9

3.7 Качество зерна риса при посеве обогащенными йодом и бором семенами

Применение в оптимальной дозе йодного и борного удобрений путем предпосевого обогащения семян способствовало не только росту урожайности, но и улучшению качества выращенного урожая. Посев семенами, обработанными 0,1 % раствором йода, обеспечивал формирование зерна, в котором содержание белка и крахмала повысилось на 0,28 и 0,87 % соответственно. Улучшились и технологические показатели качества – стекловидность зерна увеличилась на 2,0 %, а пленчатость и трещиноватость снизились на 0,5 и 0,4 %. Результатом изменений этих показателей стал самый высокий из вариантов с йодным удобрением выход крупы – 71,6 %, что выше, чем в контроле на 2,6 %. Бор в большей степени, чем йод воздействовал на качество урожая. При его применении в оптимальном количестве (0,5 % раствор) в зерне содержание белка и крахмала увеличилось на 0,32 и 0,92 % соответственно, его стекловидность выросла на 1,9 %, а пленчатость и трещиноватость уменьшились на 0,6 % и 1,2 %. Выход крупы при этом возрос на 3,5 % и составил 72,5 %.

3.8 Хозяйственный вынос азота, фосфора и калия урожаем риса при включении бора и йода в систему удобрения

Предпосевная обработка семян риса йодом и бором способствует интенсивному потреблению растениями йода, бора, азота, фосфора и калия и росту урожайности, и сопровождается увеличением их выноса и затрат на формирование урожая. В зависимости от величины урожая и содержания элементов в зерне и вегетативных органах растений хозяйственный вынос азота увеличивался на 9,6–18,4 % (10,9–20,9 кг/га) при посеве семенами обогащенными йодом и 18,1–24,5 % (20,6–27,8 кг/га) – бором; соответственно фосфора – на 6,4–16,1 % (3,8–9,5 кг/га) и 12,0–22,3 % (7,1–13,2 кг/га), калия – 7,6–16,3 % (10,3–22,2 кг/га) и 16,1–22,6 % (21,9–30,7 кг/га), йода – 6,8–33,8 % (0,170–0,845 г/га) и 8,1–23,0 % (0,202–0,575 г/га), бора – 12,9–32,9 % (3,1–7,9 г/га) и 45,8–99,6 % (11,0–23,9 г/га). Йод и бор активизируют аттракцию элементов питания в зерно, на что указывает рост их выноса с урожаем основной продукции (таблица 7).

Таблица 7 – Вынос элементов урожаем риса (2013–2015 гг.)

Вариант	Азот		Фосфор		Калий		Йод		Бор	
	зерно	соло-ма	зерно	соло-ма	зерно	соло-ма	зерно	соло-ма	зерно	соло-ма
	кг/га						г/га			
Контроль (фон)	81,0	32,7	44,7	14,4	22,3	113,7	0,175	2,324	13,3	10,7
Фон + вода	83,3	33,1	45,0	14,7	23,4	114,2	0,178	2,328	13,7	11,0
Фон+I0,05 %	88,8	35,8	47,6	15,3	24,9	121,4	0,241	2,428	17,8	14,1
Фон+I0,1 %	94,8	39,7	51,5	17,2	27,9	130,3	0,301	3,043	15,4	13,9
Фон+I0,5 %	93,0	36,2	49,0	16,5	25,6	128,5	0,293	2,833	15,4	13,2
Фон+I1,0 %	92,8	38,2	49,7	17,1	26,3	127,6	0,249	2,763	14,6	12,5
Фон+В0,1 %	96,2	38,0	49,6	16,7	27,4	130,5	0,237	2,464	17,0	18,0
Фон+В0,5 %	100,8	40,6	53,4	19,0	29,3	137,4	0,248	2,640	22,6	21,7
Фон+В1,0 %	97,7	36,9	50,7	16,1	28,3	131,6	0,254	2,820	23,1	24,8
Фон+I0,1 % +В0,5 %	97,5	38,3	50,6	17,2	27,9	130,6	0,235	2,441	15,4	19,1

В агроценозе с посевом обогащенными йодом и бором семенами отмечено увеличение затрат элементов питания на формирование 1 т зерна риса: азота соответственно на 7,4–12,3 % (1,2–2,0 кг/т) и 11,0–15,3 % (1,8–2,5 кг/т), фосфора – 4,7–9,4 % (0,4–

0,8 кг/т) и 95,9–12,9 % (0,5–1,1 кг/т), калия – 5,6–10,3 % (1,1–2,0 кг/т) и 9,2–13,8 % (1,8–2,7 кг/т), йода – 5,0–27,1 % (0,018–0,097 г/т) и 2,0–15,1 % (0,007–0,054 г/т), бора – на 8,2–30,6 % (0,28–1,05 г/т) и 37,9–87,5 % (1,3–3,0 г/т).

Наиболее рационально на формирование урожая используют элементы питания при внесении микроудобрений в оптимальной дозе, т. е. при наибольшей в опыте урожайности. В этих вариантах затраты азота увеличились на 12,3 и 15,3 %, фосфора – 9,4 и 12,9 %, калия – 10,3 и 13,8 %), йода – 27,1 и 7,3 %, бора – 16,3 и 71,4 % соответственно при посеве семенами обработанными перед посевом 0,1 % раствором йода и 0,5 % – бора (таблица 8).

Таблица 8 – Затраты элементов на формирование 1 т зерна (2013–2015 гг.)

Вариант	Азот	Фосфор	Калий	Йод	Бор
	кг			г	
Контроль (фон)	16,3	8,5	19,5	0,358	3,43
Фон + вода	16,6	8,7	19,8	0,364	3,48
Фон + I 0,05 %	17,5	8,9	20,6	0,376	4,48
Фон + I 0,1 %	18,3	9,3	21,5	0,455	3,99
Фон + I 0,5 %	17,7	9,0	21,1	0,427	3,90
Фон + I 1,0 %	17,9	9,1	21,1	0,412	3,71
Фон + B 0,1 %	18,1	9,0	21,3	0,365	4,73
Фон + B 0,5 %	18,8	9,6	22,2	0,384	5,88
Фон + B 1,0 %	18,1	9,0	21,4	0,412	6,43
Фон + I 0,1 % + B 0,5 %	18,5	9,2	21,6	0,365	4,71

4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БОРНЫХ И ЙОДНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПОСЕВАХ РИСА

Включение в технологию возделывания риса предпосевной обработки семян йодом и бором, несмотря на рост затрат в расчете на 1 га посева соответственно на 426 и 410 руб. позволяет снизить по сравнению с базовой технологией (фон) себестоимость 1 т зерна на 229 и 353 руб., повысить чистый доход на 3644 и 5530 руб./га и рентабельность на 8 и 12 %. Наибольший экономический эффект достигается при посеве семенами обработанными 0,5 % раствором бора. Совместное применение борного и йодного удобрения экономически менее выгодно, чем раздельное.

ВЫВОДЫ

1. Предпосевная обработка семян риса йодом и бором улучшает их посевные качества: энергия прорастания увеличивается на 3,0–10,0 и 4,0–12,0 %, всхожесть – 1,0–3,0 и 1,0–3,6 %, высота ростка – 9,4–31,3 и 25,0–43,8 % и его сухая масса – в 1,2–2,5 и 1,8–3,3 раза соответственно.

2. Посев обогащенными йодом и бором семенами обеспечивает формирование более плотного по густоте стояния растений агроценоза в результате увеличение полевой всхожести на 0,3–4,5 % и 3,4–6,0 %, а выживаемости растений на 0,8–13,4 % и 7,5–14,2 % соответственно. Наибольших значений эти показатели достигают при предпосевной обработке семян 0,5 % водным раствором бора: полевая всхожесть семян – 34,8 % и выживаемости растений – 84,5 %.

3. Йод и бор активируют рост растений, проявляющийся в увеличении высоты растений, длины корней и их сухой массы. Наиболее сильное влияние этих микроэлементов отмечено при использовании для предпосевной обработки семян 0,5 % водного раствора бора и 0,1 % – йода. В фазе выметывания растения из этих вариантов были выше, чем контрольные соответственно на 5,5 и 6,5 %, корни длиннее на 13,5 и 24,0 %, а сухая масса – в кушение на 24,3 и 68,6 %, выметывание – 7,6 и 44,0 %, молочно-восковой спелости зерна на 8,7 и 29,0 %. При некорневой подкормке растений в фазе кушения влияние микроэлементов на их высоту незначительно, а на биосинтез органических соединений – достоверно не отличалось от их применения путем предпосевной обработки семян.

4. Под воздействием йода и бора растения интенсивнее, чем контрольные, формируют ассимиляционную поверхность, вследствие чего в фазе кушения площадь их листьев больше на 11,2 и 13,6 %, выметывания – 6,2 и 9,2 %, молочно-восковой спелости зерна на 7,9 и 13,9 % соответственно при использовании 0,1 % раствора йода и 0,5 % раствора бора. Одновременно с увеличением площади ассимиляционной поверхности она лучше обеспечена фотосинтетическими пигментами: содержание суммы хлорофиллов а+б повышается в среднем за вегетационный период на 27,1 и 31,8 %, а каротиноидов – 7,0 и 14,6 % при применении йода и бора в оптимальной норме.

5. Йод и бор стимулируют потребление растениями риса биогенных элементов. Их влияние выражается в увеличении содержания в надземных вегетативных органах азота на 0,03–0,20 и 0,16–

0,29 %, фосфора – на 0,02–0,07 % и 0,05–0,10 %, калия – на 0,01–0,09 % и 0,06–0,13 %, соответственно. В зерне количество азота повышалось на 0,14–0,18 % и 0,09–0,13 %; фосфора – 0,03–0,07 % и 0,03–0,06 %; калия – на 0,05–0,07 и 0,01–0,06 % соответственно при обогащении семян бором и йодом.

6. Предпосевная обработка семян риса бором и йодом способствует увеличению содержания одноименных элементов в зерне на 0,4–1,2 и 0,002–0,016 мг/кг, соломе – на 1,0–2,0 и 0,02–0,09 мг/кг сухой массы.

7. Включение йода и бора в систему удобрения риса способствует росту урожайности, которая возрастает по сравнению с контролем при обработке семян йодом на 3,27–3,72 ц/га, или 4,69–5,33 %; бором – 4,17–5,37 ц/га, или 5,98–7,70 %; при некорневой подкормке в фазе кущения – соответственно на 3,0–3,6 ц/га, или 4,2–5,1 % и 2,9–5,2 ц/га, или 4,1–7,4 %. Аддитивного эффекта от совместного применения йода и бора не отмечено.

8. Лучшей формой удобрения для предпосевной обработки семян является борная кислота, а некорневой подкормки – хелат бора. При посеве семенами обработанными борной кислотой урожайность сорта Рапан увеличивается в зависимости от дозы на 4,15–5,94 ц/га (5,9–8,4 %), Хазар – на 5,58–7,37 ц/га (8,1–10,7 %); а хелатом бора – 2,34–4,42 ц/га (3,3–6,2 %) и 4,06–5,61 ц/га (5,9–8,1 %) соответственно. При некорневой подкормке растений борной кислотой урожайность сорта Рапан увеличивается в зависимости от дозы на 2,48–4,12 ц/га (3,5–5,8 %), Хазар – на 2,13–2,53 ц/га (3,0–3,6 %); а хелатом бора – 3,36–5,47 ц/га (4,7–7,7 %) и 5,28–6,62 ц/га (7,6–9,6 %) соответственно.

9. Улучшение борного и йодного питания растений риса сопровождается увеличением содержания в зерне белка на 0,12–0,32 %, крахмала – 0,60–0,92 %; стекловидности – 0,9–1,9 % и выхода крупы – на 1,2–3,5 %, при снижении пленчатости на 0,3–0,7 %.

10. При предпосевной обработке семян йодом (0,1 %) и бором (0,5 %) хозяйственный вынос азота увеличивается на 16,4 % (20,9 кг/га) и 24,5 % (27,8 кг/га), фосфора – 16,1 % (9,5 кг/га) и 22,3 % (13,2 кг/га), калия – 16,3 % (22,2 кг/га) и 22,6 % (30,7 кг/га), бора – 22,6 % (5,4 г/га) и 84,9 % (20,3 г/га), йода – 33,8 % (0,84 г/га) и 15,6 % (0,39 г/га). При этом затраты азота на формирование 1 т зерна возрастают на 12,3 и 15,3 %, фосфора – 9,4 и 12,9 %, калия – 10,3 и 13,8 %,

бора – 16,3 и 71,1 %, йода на 27,1 и 7,3 % соответственно при посеве семенами обогащенными йодом и бором, что указывает на повышение эффективности их использования растениями.

11. Включение в технологию возделывания риса предпосевной обработки семян йодом и бором позволяет повысить чистый доход на 3644 и 5530 руб./га и рентабельность на 8 и 12 %. Наибольший экономический эффект достигается при посеве семенами обработанными 0,5 % раствором бора. Совместное применение борного и йодного удобрения экономически менее выгодно, чем раздельное.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

Для повышения продуктивности рисового агроценоза, улучшения технологических показателей качества зерна и экономической эффективности при выращивании риса на лугово-черноземных почвах в зоне рисосеяния Кубани целесообразно включить йодные или борные удобрения в технологию возделывания риса.

Применять борные и йодные удобрения можно путем предпосевной обработки семян или некорневой подкормки растений в фазе кущения, используя для этого 0,1 % водный раствор йода или 0,5 % бора. Норма расхода рабочего раствора: для обработки семян – 10 л/т, для некорневой подкормки растений в фазе кущения – 300 л/га. Наибольший эффект от применения борного удобрения достигается при использовании для предпосевной обработки семян борной кислоты, а некорневой подкормки растений – хелата бора.

Предпосевная обработка семян проводится в протравителях ПС–10 или других марок, некорневая подкормка растений в фазе кущения – наземной техникой или с помощью авиации. Для снижения затрат предпосевную обработку семян целесообразно совмещать с их предпосевным протравливанием, а некорневую подкормку растений – с подкормкой азотом.

Список опубликованных работ по теме диссертации:

Публикации в изданиях из перечня Российских рецензируемых научных журналов, в которых изложены основные научные результаты исследований:

1. **Яковлева Е.А.** Влияние борного удобрения на динамику содержания элементов питания в растениях риса /**Е.А. Яковлева**, А.Х. Шеуджен // Наука Кубани, 2014. – № 3. – С. 50–55.
2. **Яковлева Е.А.** Влияние бора и йода на рост, развитие и урожай риса в условиях Кубани /**Е.А. Яковлева**, А.Х. Шеуджен // Труды Кубанского аграрного университета. – Краснодар, 2016. – Вып. № 63. – С. 112–117.

Публикации в других изданиях

3. Хут А.Р. Содержание и формы бора в почвах рисовых полей Кубани / А.Р. Хут, А.Х. Шеуджен, **Е.А. Яковлева** // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: материалы Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых (26–28 ноября 2013 г. и 2–4 декабря 2014 г.). – Краснодар: КубГАУ, 2014. – С. 71–72.
4. Шеуджен А.Х. Предпосевное обогащение семян риса йодом в условиях Кубани / А.Х. Шеуджен, **Е.А. Яковлева**, И.А. Дорошев // Перспективы развития науки и образования Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. – Тамбов, 2014. С. 160–161.
5. Шеуджен А.Х. Урожайность и структура урожая при обработке семян риса бором и йодом / А.Х. Шеуджен, **Е.А. Яковлева** // Итоги научно-исследовательской работы за 2013 год: матер. конф. – Краснодар: Кубанский ГАУ, 2014. – С. 63–64.
6. **Яковлева Е.А.** Влияние борного удобрения на динамику содержания элементов питания в растениях риса / **Е.А. Яковлева**, А.Х. Шеуджен // Энтузиасты аграрной науки. Вып. 16. – Краснодар: Кубанский ГАУ, 2014. – С. 59–66.
7. **Яковлева Е.А.** Влияние йода на посевные качества риса / **Е.А. Яковлева** // Энтузиасты аграрной науки. Вып. 15. – Краснодар: Кубанский ГАУ, 2013. – С. 112–113.
8. **Яковлева Е.А.** Об использовании йодных и борных удобрений на посевах риса / **Е.А. Яковлева**, Т.Н. Бондарева, А.Х. Шеуджен // Научное обеспечение агропромышленного комплекса. Сбор-

ник статей по материалам IX Всероссийской конференции молодых ученых. – Краснодар: Кубанский ГАУ. 2016. – С. 62–64.

9. **Яковлева Е.А.** Урожайность и качество зерна риса при использовании йодного и борного удобрений / **Е.А. Яковлева**, Т.Н. Бондарева, А.Х. Шеуджен // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. – 2015. – № 1(14). – С. 45–48.
10. **Яковлева Е.А.**, Влияние бора и йода на рост и развитие риса, выращиваемого в Красноармейском районе Краснодарского края / **Е.А. Яковлева**, А.Х. Шеуджен, В.В. Гузик // Научное обеспечение агропромышленного комплекса. Сборник статей по материалам X Всероссийской конференции молодых ученых. – Краснодар: Кубанский ГАУ. 2017. – С. 60–61.
11. **Яковлева Е.А.** Посевные качества семян риса при их обогащении йодом / **Е.А. Яковлева**, А.Х. Шеуджен // Итоги научно-исследовательской работы за 2012 год: матер. конф. – Краснодар: Кубанский ГАУ, 2013. – С. 52–53.
12. **Яковлева Е.А.** Предпосевное обогащение семян риса йодом и бором – эффективный способ повышения урожайности и качества / **Е.А. Яковлева**, А.Х. Шеуджен // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: материалы Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых (26–28 ноября 2013 г. и 2–4 декабря 2014 г.). – Краснодар: Кубанский ГАУ. 2014. – С. 84–85.
13. **Яковлева Е.А.** Эффективность применения йодных и борных удобрений на посевах риса в условиях Кубани / **Е.А. Яковлева**, А.Х. Шеуджен // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: материалы Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых (26–28 ноября 2013 г. и 2–4 декабря 2014 г.). – Краснодар: Кубанский ГАУ. 2014. – С. 85–87.