

Научная статья

УДК 633.18:631.5(571.63)

DOI: 10.37102/0869-7698\_2022\_224\_04\_4

## Вклад Ивана Петровича Холупенко в изучение продукционного процесса ведущих сельскохозяйственных культур Приморья и Приамурья

О.Л. Бурундукова✉, В.И. Голов

*Ольга Леонидовна Бурундукова*

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник  
ФНЦ Биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, Владивосток,  
Россия

burundukova.olga@gmail.com

<http://orcid.org/0000-0002-2197-1610>

*Владимир Иванович Голов*

доктор биологических наук, главный научный сотрудник  
ФНЦ Биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, Владивосток,  
Россия

gvishm@mail.ru

<http://orcid.org/0000-0001-8142-8006>

**Аннотация.** В статье представлен краткий обзор результатов изучения продукционного процесса ведущих сельскохозяйственных культур Приморья и Приамурья в публикациях Ивана Петровича Холупенко. Приведены биографические данные о разных периодах его научной деятельности. Особое внимание уделено разработке модели сорта риса для северной зоны рисосеяния, а также научным статьям, имеющим практическое значение для селекции и технологии выращивания риса и сои.

**Ключевые слова:** продукционный процесс, модель сорта, рис, соя, стратегия селекции, технология рисосеяния, Приморье, Приамурье

**Для цитирования:** Бурундукова О.Л., Голов В.И. Вклад Ивана Петровича Холупенко в изучение продукционного процесса ведущих сельскохозяйственных культур Приморья и Приамурья // Вестн. ДВО РАН. 2022. № 4. С. 36–46. [http://dx.doi.org/10.37102/0869-7698\\_2022\\_224\\_04\\_4](http://dx.doi.org/10.37102/0869-7698_2022_224_04_4).

**Благодарности.** Авторы искренне признательны супруге Нине Васильевне Холупенко и дочери Светлане Ивановне за предоставленные семейные фотографии и некоторые сведения из жизни И.П. Холупенко, неизвестные авторам статьи.

# The contribution of Ivan Petrovich Kholupenko to the production process study of Primorye and Amur Region leading crops

O.L. Burundukova, V.I. Golov

*Olga L. Burundukova*

Candidate of Sciences in Biology

Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity FEB RAS, Vladivostok, Russia

[burundukova.olga@gmail.com](mailto:burundukova.olga@gmail.com)

<http://orcid.org/0000-0002-2197-1610>

*Vladimir I. Golov*

Doctor of Sciences in Biology

Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity FEB RAS, Vladivostok, Russia

[gvishm@mail.ru](mailto:gvishm@mail.ru)

<http://orcid.org/0000-0001-8142-8006>

**Abstract.** The article presents a brief overview of the results of studying the production process, the leading agricultural crops of Primorye and Amur Region in the publications of Ivan Petrovich Kholupenko. Biographical data on different periods of his scientific activity are given. Particular attention is paid to the development of a rice variety model for the northern zone of rice cultivation, as well as scientific articles of practical importance for the breeding and technology of growing rice and soybeans.

**Keywords:** production process, variety model, rice, soybeans, breeding strategy, rice-sowing technology, Primorye, Amur Region

**For citation:** Burundukova O.L., Golov V.I. The contribution of Ivan Petrovich Kholupenko to the production process study of Primorye and Amur Region leading crops. *Vestnik of the FEB RAS*. 2022;(4):36-46. (In Russ.). [http://dx.doi.org/10.37102/0869-7698\\_2022\\_224\\_04\\_4](http://dx.doi.org/10.37102/0869-7698_2022_224_04_4).

**Acknowledgments.** The authors are sincerely grateful to his wife Nina Vasilievna Kholupenko and daughter Svetlana Ivanovna for providing family photographs and some information from the life of I.P. Kholupenko, unknown to article authors.

## Введение

Современная экономическая ситуация в стране требует мобилизации сельскохозяйственного производства и фундаментальной науки, связанной с развитием теории получения высоких урожаев и разработки стратегии селекции высокопродуктивных сортов. В длительный период постперестроечного упадка сельского хозяйства данное направление в науке признали неперспективным и лишили его финансовой поддержки. Кафедры физиологии растений в

университетах и лаборатории в НИИ были закрыты, научные наработки оказались невостребованными. В связи с изменением ситуации, вызванной введением многочисленных санкций, мы в первую очередь должны позаботиться о нашей продовольственной безопасности. В связи с этим уместно вспомнить и проанализировать те идеи, которые в свое время были высказаны руководителем группы по изучению продукционного процесса ведущих сельскохозяйственных культур Приморья лаборатории физиологии растений Биолого-почвенного института ДВО РАН с.н.с., к.б.н. Иваном Петровичем Холупенко.

Иван Петрович Холупенко (годы жизни 24.03.1934–15.07.2020) – заслуженный сотрудник института, ушедший из жизни после длительной болезни, которая приковала его к постели практически на 22 года. Однако он продолжал работать и ушел на полную инвалидность только в 2006 г., таким образом, общий стаж работы составил 42 года (с 15.05.64 по 30.06.2006 г.). Авторы статьи хорошо знали Ивана Петровича Холупенко как коллегу, долгое время проработав с ним в одном институте. О.Л. Бурундукова почти 20 лет (с 1986 по 2006 г.) трудилась под его руководством, а В.И. Голов знал Ивана Петровича со студенческой скамьи, так как оба заканчивали один и тот же Благовещенский сельскохозяйственный институт (БСХИ, ныне ДальГАУ). Иван Петрович был незаурядным человеком, личностью, которая, как утверждает писатель Б.Н. Лесняк (прошедший ГУЛАГ), является званием, не имеющим льгот. Родился и рос Иван Петрович в бедной и многодетной (3 сестры и брат) крестьянской семье. Будучи старшим из братьев, с детских лет привык помогать отцу, который не отличался крепким здоровьем, поэтому сын выполнял с ним самую тяжелую работу. Они своими руками построили дом (от корчевки леса и заливки фундамента до возведения крыши) в селе Вострецово Красноармейского района Приморского края (до событий на о-ве Даманский село носило китайское название – Картун).

В 1942–1952 гг. Иван Петрович обучался в Картунской средней школе, после окончания которой был призван в ряды Советской Армии (1953–1955 гг.). Отслужив положенные в то время 2 года, вернулся в родное село. Сразу после окончания школы учитель математики неоднократно и настоятельно советовал ему поступать в вуз, так как учился Иван Петрович всегда успешно и весьма ответственно, как и работал. Об этом свидетельствует аттестат зрелости, в котором значились по всем предметам, кроме английского и русского, отличные оценки, т.е. для получения серебряной медали ему не хватило всего одного балла. Иван Петрович всякий раз уходил от разговоров о дальнейшей учебе, ссылаясь на то, что семья без него не выберется из бедственного положения при том условии, что мать домохозяйка, а отец работает на низкооплачиваемой должности и получает за труд не деньги, а так называемые трудодни, которые чаще всего выдавались не рублем, а зерном, овощами или арендой сельскохозяйственных машин, которыми колхозники не располагали. Причем нужно подчеркнуть, что Иван Петрович никогда не капризничал и не претендовал на комфортные условия для работы, а всегда брался за ту, которую ему предлагали. Он понимал, что молодому человеку всегда и везде будут предлагать в первую очередь ту должность, которая не представляла интереса для молодежи и которая долго оставалась вакантной. Приступая к работе, он всегда приговаривал: «Ну если не я, то кто?». На наш взгляд, он был настоящим коммунистом, созидателем, с которого можно было брать пример, подражать ему, советоваться с ним и, конечно, работать в одной организации, чтобы чувствовать себя уверенно и комфортно. После армии он

успел потрудиться на извозе сена для своих селян, познакомиться с радиотехникой в сельском узле связи и даже поработать заведующим клубом, где ему по долгу службы пришлось заниматься вопросами культурного и нравственного воспитания подрастающего поколения. Основы сельского хозяйства он постигал, работая с малых лет на своем семейном участке, который, без преувеличения, спас семью от голода в период бездарно проведенной коллективизации и последующей не более продуманной индустриализации. Это суровое время обошлось их семье потерей одного ребенка, в то время как на западе крестьяне вымирали целыми семьями и даже деревнями. По отзывам родственников, коллег и просто знакомых, он был непререкаемым авторитетным агрономом среди дачников, огородников и садоводов-любителей.

Постепенно, взрослея, он все чаще стал задумываться о том, чему посвятить себя. Со временем стало очевидным, что нужно приобретать специальность, а не довольствоваться случайными заработками, которые не меняют радикально условия существования, тем более что у него вскоре появилась своя семья и родилась дочь. Перебрав многие специальности, с которыми возможно было познакомиться, проживая в сельской местности, он выбирает агрономию. Этот выбор оказался удачным и далеко не случайным для него. Агрономия как наиболее древняя и востребованная во все времена специальность покорялась не каждому желающему преуспеть в этой области. Эта профессия, как никакая другая, требует от человека наблюдательности, терпения, стрессоустойчивости и способности предсказывать события. Как раз этими качествами Иван Петрович и отличался от своих сверстников и в период учебы, и в пору научных исследований. Учеба во все времена давалась ему легко. Помогала привычка докапываться самому до самой сути проблемы, а также хорошая память. Немаловажную роль в формировании жизненных интересов и дальнейших научных устремлений Ивана Петровича сыграла, вероятно, хорошая генетика рода Холупенко. Его дед по отцовской линии, правда, по не очень достоверным сведениям, был потомственный аграрий и во время Столыпинской реформы (1906–1910 гг.) решил попытать счастья и приобрести землю в собственность на восточных окраинах России. До поселения на Дальнем Востоке его предки проживали в небольшом городке Изюм (46,6 тыс. населения), расположенном на излучине р. Северный Донец в Харьковской области. Из-за революционных волнений и катастрофического разорения крестьянства только за 7 лет (1907–1914 гг.) с Украины переселилось более 1,1 млн человек. В этом потоке оказалась и семья деда Холупенко.

Оценивать социально полезные генетические признаки человека, как нам представляется, можно не только по ушедшим поколениям, но и по современным, а также и по молодому поколению, пришедшему или приходящему нам на смену. У единственной дочери Ивана Петровича Светланы родились два сына, Женя (1983 г.р.) и Миша (1990 г.р.). Светлана закончила школу на «отлично» (с двумя оценками «хорошо»), а затем мединститут так же успешно, как отец, получив диплом с отличием. Дети Светланы, т.е. внуки Ивана Петровича, в точности повторили успех матери и деда. В институте, как и следовало ожидать, Иван Петрович учился блестяще. Начиная с третьего курса (1960 г.) и до конца учебы он получал Ленинскую стипендию. После окончания института он поступает в аспирантуру при Биолого-почвенном институте под руководство заведующего лабораторией физиологии растений профессора И.Ф. Беликова и работает над кандидатской диссертацией.



Ленинский стипендиат И.П. Холупенко в студенческие годы. 1960 г.  
*Фото из семейного архива*

В кратком обзоре многолетних комплексных физиологических исследований сои и риса – важнейших для Приморья сельскохозяйственных культур – наибольшее внимание мы уделили вопросам, которые имели и имеют практическое значение для их селекции и технологии выращивания.

**Донорно-акцепторные отношения и транспорт ассимилятов у сои.** Кандидатская диссертация Ивана Петровича Холупенко была посвящена роли листьев разных ярусов в формировании урожая семян у сои. В дискуссионном вопросе об исключительно локальном поступлении продуктов фотосинтеза в семена сои из ближайшего листа были приведены исчерпывающие экспериментальные данные, опровергающие это. Опыты по изучению транспорта и распределения ассимилятов с использованием радиоактивного углерода

убедительно показали, что основным донором ассимилятов у бобов, расположенных в средней части стебля, является ближайший лист. Однако из листьев, расположенных выше узла, может поступать столько же или даже больше продуктов фотосинтеза, чем из ближайшего листа. Были показаны также основные закономерности локального распределения ассимилятов, дублирование донорной функции листьями разных ярусов, зависимость поступления ассимилятов от возраста и выполненности семян, поступление ассимилятов листа в семена ниже расположенных узлов, имеющих и не имеющих листья на разных этапах онтогенеза растений [1–3].

50 лет тому назад И.П. Холупенко предложил оригинальный прием борьбы с сорняками. Основной причиной низкой урожайности сои в 50–80-е годы минувшего столетия была сильная ее засоренность, особенно поздними яровыми, у которых наблюдаются массовые всходы в первой и второй декадах июня, когда соя уже вегетирует и находится в стадии разворачивания 3–5-го листа, т.е. в то время, когда борьба с этими сорняками неэффективна, если не применять гербициды и ручной труд. Крупные хозяйства не могли тогда позволить себе ручной труд, потому что на Дальнем Востоке нашей страны с незапамятных времен до сегодняшнего дня сохраняется острый дефицит рабочей силы, особенно в сельской местности. И.П. Холупенко предложил оригинальный прием борьбы с основной массой сорняков в посевах сои. Опытными огородниками было замечено, что при прополке любых пропашных культур в первой декаде июня корневая система поздних яровых бывает легкоуязвимой даже при обработке легкими боронами. Эту фазу практики называли временем «белых нитей»: даже при легком движении сорняки легко вырываются из почвы, обнажая белые слаборазвитые корневые волоски. И.П. Холупенко [4] предложил сеять раннеспелую сою в более поздние сроки (первая – начало второй декады июня), а до этого времени бороновать поля, уничтожая массовые всходы поздних яровых видов сорняков. Чтобы убедить производителей в эффективности этого приема, под руководством Ивана Петровича в 1972–1973 гг. в совхозе «Астраханский» были проведены полевые опыты с поздними посевами раннеспелых сортов сои «Приморская 494» и «Юбилейная».

Опыт удался, урожай раннеспелых сортов при этой технологии превзошел урожай среднеспелых и позднеспелых сортов на 10–20 %. При этом в стандартных условиях (без применения этой технологии) раннеспелые сорта всегда уступали в урожайности зерна средне- и позднеспелым по известным причинам. Мы заинтересовались у некоторых ученых и практиков о жизнеспособности этого приема. Оказалось, что он применяется до сих пор, хотя и не повсеместно.

В 1986–1992 гг. основным объектом исследования становится рис, а главной задачей, поставленной заведующим лабораторией физиологии растений д.б.н. Ю.Н. Журавлевым, – разработка модели сорта.

**Модель (идеотип) интенсивного сорта риса для Дальневосточной зоны рисосеяния.** Для решения этой задачи под руководством И.П. Холупенко на экспериментальной базе Дальневосточной рисовой опытной станции (ДВРОС, с. Новосельское Спасского района Приморского края) были проведены многоплановые эколого-физиологические исследования экстенсивных и интенсивных сортов риса. Исследования включали изучение фотосинтетической продуктивности, донорно-акцепторных отношений, транспорта ассимилятов, качества урожая, теневыносливости и холодоустойчивости сортов. Самой важной особенностью научного подхода И.П. Холупенко к разработке модели было комплексное видение физиологических особенностей продукционного процесса у разных сортов риса в условиях агросреды с точки зрения не только физиолога, но и агронома. Его раздражало теоретизирование физиологов растений, разрабатывающих модели сортов без учета реальной агрономической ситуации в поле и специфических требований селекционного процесса. Поэтому модель сорта он видел не как самоцель, а как один из элементов триады неразъединимых в аспекте синтетической селекции биологических задач. Во-первых, это выявление и обоснование физиологических и морфоструктурных признаков модели скороспелых сортов риса, агрономически приспособленных к экологической среде на северном пределе зоны рисосеяния. Во-вторых – выявление генотипов в коллекции, в которых продукционно значимые модельные признаки сочетаются лучшим образом. В-третьих – отбор из комплекса урожайно значимых признаков минимума дискриминатных количественных показателей для проведения селекции в полевых и лабораторных условиях, позволяющих выделить лучшие гибриды из гибридной популяции [5].

**Значение холодостойкости сортов риса в Приморье.** Основными климатическими факторами, лимитирующими урожайность риса в Приморье, являются низкие температуры в начальный и завершающий период вегетации, пониженное поступление ФАР (физиологически активная радиация) в период муссонных дождей, сравнительно короткое лето. Поэтому логичным было обозначить основное направление селекции – создание холодоустойчивых скороспелых сортов интенсивного типа [6]. Однако Иван Петрович высказал сомнение в обоснованности данной стратегии при селекции скороспелых сортов и современной технологии выращивания риса в Приморье, так как эта технология предполагает поздний (во второй половине мая) посев с глубокой заделкой семян. На это указывали два обстоятельства: систематическое отторжение скороспелых холодоустойчивых сортов местной селекции как низкоурожайных и широкое распространение в крае старого, районированного в 1974 г., сорта Дальневосточный со средним уровнем холодостойкости (III группа по шкале ВИР (Всесоюзный (ныне Всероссийский) институт растениеводства). Для проверки данного предположения был проведен анализ холодостойкости и урожайности экстенсивных и интенсивных сортов

Приморья, Японии и Китая в годы с разным температурным режимом. Результаты полевых и лабораторных экспериментов показали, что менее холодостойкие китайские сорта (III группа по шкале ВИР) превосходили наиболее холодостойкие (I группа) японские сорта по урожаю зерна как в благоприятные, так и в неблагоприятные годы. Уровень холодостойкости в период налива зерна не являлся решающим фактором, определяющим урожайность риса в Приморье даже в неблагоприятные (более «холодные») годы, когда холодостойкие сорта, казалось бы, могли иметь преимущество по урожаю зерна перед нехолодостойкими генотипами. Полученные результаты свидетельствовали о том, что для повышения продуктивности скороспелых сортов в Приморье большее значение приобретает «теплоотзывчивость», т.е. способность сорта наиболее эффективно использовать ограниченные ресурсы тепла.

На основе полученных экспериментальных данных Иван Петрович приходит к заключению о необходимости ретроспективного подхода к анализу агрономического значения холодостойкости как сортового признака, который изменяется параллельно с изменением продолжительности вегетационного периода генотипов и технологии выращивания. Это в случае изменения принятой в крае агротехники выращивания риса на ранний посев с минимальной заделкой семян позволило бы выращивать в Приморье более продуктивные средне- и позднеспелые сорта, холодоустойчивость для которых имела бы первостепенное значение [7].

**Тенеустойчивость и «тенеурожайность».** Впервые И.П. Холупенко было высказано мнение о важности тенеустойчивости сортов для успешного культивирования риса в условиях муссонного климата Приморья. Были проведены многолетние полевые исследования хронического затенения (от всходов до полного созревания) нейтральными затенителями коллекции образцов, включающей старые и новые сорта Приморья, а также Японии, Китая и Кореи [8, 9]. Исследования показали, что затенение, снизившее освещенность в 2–2,5 раза, привело к увеличению продолжительности вегетационного периода и к снижению урожая на 10–29 %, главным образом за счет увеличения доли пустых и щуплых зерновок. Районированные на Дальнем Востоке сорта существенно различались по тенеустойчивости. Наиболее тенеустойчивым оказался старый приморский сорт Новосельский, новые интенсивные сорта были менее тенеустойчивыми [8]. Было обнаружено, что уровень теневыносливости тесно связан с холодостойкостью, самой высокой она была у сортов Японии. Наиболее урожайные в контроле и в условиях затенения сорта Кореи проявляли средний уровень теневыносливости, т.е. в большей степени снижали урожай при затенении, чем сорта Японии [8]. Иван Петрович пришел к заключению, что в условиях Приморья в аспекте получения более высоких урожаев важна не высокая теневыносливость сортов, а тенетолерантность или «тенеурожайность», т.е. способность при низком приходе ФАР формировать высокий урожай. Эти признаки были заложены в модель сорта риса для северной муссонной зоны рисосеяния [5, 10].

**Гармоничность донорно-акцепторной системы сортов риса.** Особое внимание Иван Петрович уделял изучению транспорта ассимилятов и донорно-акцепторных отношений у сортов риса интенсивного и экстенсивного типа, поскольку именно эти исследования дают ответ на вопрос: что лимитирует урожай – донор или акцептор, фотосинтез или озерненность метелки. В 1970–1980-е годы в отечественной физиологии господствовало то мнение, что фотосинтез не лимитирует урожай, и дальнейшую селекцию зерновых культур нужно вести на увеличение

емкости акцептора, т.е. увеличение размеров метелки у риса, колоса у пшеницы, в итоге рекомендовалось добиваться увеличения хозяйственно полезных признаков, непосредственно отвечающих за величину урожая основной продукции (размер и масса семян, величина колоса или метелки и т.д.). Впервые Иван Петрович показал на примере новых сортов интенсивного типа, полученных в 1990-е годы в Приморье, что данная стратегия уже не оправдана. Причина была в том, что у сортов нового типа в Приморье гармоничность донорно-акцепторной системы уже была нарушена чрезмерной озерненностью метелки (100–150 зерен на метелку, сорт Приморец), не подкрепленной адекватным развитием ассимиляционного аппарата. Отсутствие гармоничности донорно-акцепторных отношений у интенсивных сортов проявлялось в значительном (в 1,5–3 раза) увеличении отношения количества зерновок в метелке к площади листьев на побеге в период активного налива. Это привело к формированию в метелке пустых колосков и большого количества щуплого, невыполненного зерна. Иван Петрович пришел к заключению, что дальнейшее увеличение озерненности растений у вновь создаваемых для российского Приморья сортов риса, не сопровождающееся увеличением площади листьев, может привести к еще большему увеличению напряженности донорно/акцепторных отношений и вряд ли будет способствовать увеличению урожая зерна [11].

Опыты по изучению поступления в зерновки свежих и реутилизированных  $C_{14}$ -ассимилятов подтвердили недостаточность фонда свежих ассимилятов для налива зерна приморских сортов. У интенсивных сортов искусственное затенение приводило к более значимому снижению фонда свежих ассимилятов и преждевременной реутилизации депонированных. Результаты подтвердили, что именно фотосинтез в период активного налива зерна лимитирует формирование урожая у интенсивных сортов Приморья [12]. Следует отметить, что сделанные выводы были столь новы, что редакция журнала «Физиология растений» изменила исходное название статьи на иное: «Запрос на ассимиляты определяет продуктивность интенсивных и экстенсивных сортов риса в Приморье», что не соответствовало ее основным выводам. Позднее справедливость выводов Ивана Петровича о том, что у интенсивных сортов риса с негармоничными донорно-акцепторными отношениями и чрезмерно крупными метелками именно фотосинтез лимитирует формирование урожая, была показана для сортов тропической зоны сотрудником международного института риса (IRRI) [13, 14]. Пониженная обеспеченность развивающихся зерновок метаболитами показана у современных интенсивных сортов ВНИИ риса (г. Краснодар) [15].

Таким образом, физиологические исследования донорно-акцепторных отношений, транспорта и распределения ассимилятов, тенеустойчивости и холодоустойчивости показали необходимость существенных корректив традиционной стратегии селекции на северном пределе рисосеяния. Дальнейший рост урожайности Иван Петрович видел в изменении технологии выращивания риса.

**Гнездовая рассадная технология позволит увеличить урожайность риса в Приморье.** И.П. Холупенко продолжал заниматься обобщением большого экспериментального материала в период, когда уже был тяжело болен и не работал в институте. Подготовил рукопись монографии, но, к сожалению, в тот период перестройки и упадка сельского хозяйства в целом по стране и рисосеяния в Приморье она не была востребована, и опубликовать ее не удалось. Вместе с тем выводы о перспективах рисосеяния в Приморье, сделанные Иваном Петровичем, актуальны и сегодня. Он был глубоко убежден, что используемая в крае

технология выращивания тормозит дальнейший рост урожайности риса в Приморье, и предел урожайности для данной технологии уже достигнут. На основе анализа соответствия российских и зарубежных технологий выращивания риса, а также их соответствия биологическим требованиям риса как рыхлокустового злака Иван Петрович в монографии предлагает использовать технологию гнездового выращивания данной культуры, более адекватную в сравнении с рядковой технологией, используемой на Дальнем Востоке России в настоящее время. И.П. Холупенко был глубоко озабочен тем, что приморский рис, экологически чистый, высококачественный, крупнозерный, очень вкусный, может быть вытеснен мелкозерным, а вероятно, и генно-модифицированным китайским рисом. Сегодня технологии выращивания и сорта риса, созданные в Приморье, не выдерживают конкуренции с китайскими сортами по урожайности и устойчивости к полеганию. В северных провинциях Китая при использовании рассадной технологии новые сорта дают урожай 7–10 ц/га [13, 16] что в 1,5–2 раза выше, чем у наших короткостебельных интенсивных сортов при технологии прямого, рядкового посева риса.

Таким образом, в научных публикациях Ивана Петровича Холупенко определены важные для дальневосточной зоны рисоводства особенности экологической среды и эколого-физиологические признаки растений, которые необходимо учитывать в селекционной работе на северном пределе зоны рисосеяния. Впервые им показана важность для урожайности сортов в дальневосточной зоне земледелия таких признаков, как тенотолерантность и «тенеурожайность», умеренная холодостойкость, гармоничность по соотношению потребитель/источник продуктов фотосинтеза, определяющих хороший налив зерна при произрастании растений в условиях Приморья с естественно пониженной на 15–20 % интенсивностью ФАР. Авторы статьи, его коллеги считают, что в связи с кризисом, который переживает сегодня рисосеяние Приморья, публикация монографии Ивана Петровича Холупенко будет весьма актуальной.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Холупенко И.П. Роль листьев разных ярусов в формировании урожая семян у сои // Передвижение ассимилятов и их метаболизм в растениях. Владивосток, 1979. С. 38–44.
2. Холупенко И.П., Маславец А.И., Козыренко М.М., Бабкина Э.Н., Бурундукова О.Л. Подбор сортов сои для посева в июне на юге Приморья // Защита растений на Дальнем Востоке. Владивосток, 1989. С. 75–80.
3. Холупенко И.П., Козыренко М.М. Участие листьев в ассимиляции углекислоты и поступление ассимилятов главного побега в семена сои // Физиол. растений. 1990. Т. 37, № 2. С. 249–258.
4. Холупенко И.П. Раннеспелые сорта сои при поздних сроках сева // Соя в Приморье: метод рекомендации по повышению урожайности. Владивосток, 1975. С. 13–16.
5. Холупенко И.П., Бурундукова О.Л. Модели интенсивных сортов риса для условий Дальневосточной зоны рисосеяния // Вестн. КрасГАУ. 2013. № 12. С. 96–100.
6. Ковалевская В.А. Селекция риса в Дальневосточной зоне рисосеяния // Достижения науки и техники АПК. 2008. № 6. С. 8–10.
7. Холупенко И.П., Бурундукова О.Л., Змеева В.Н., Михалик Т.А., Клименкова Т.Г. Значение холодостойкости и теплоотзывчивости в селекции риса в Приморье // VII съезд Общества физиологов растений России «Физиология растений – функциональная основа экологии и инновационных технологий»: материалы докладов. 2011. Т. 2. С. 730–731.
8. Холупенко И.П., Жемчугова В.П., Сокирка А.И., Чернодед Г.К., Бурундукова О.Л. Влияние затенения на листовую аппарат и продуктивность растений риса // Физиология и биохимия культурных растений. 1991. Т. 23, № 1. С. 23–29.

9. Холупенко И.П., Бурундукова О.Л., Журавлев Ю.Н., Горбач В.В., Жемчугова В.П., Воронкова Н.М. Теневыносливость дальневосточных сортов риса // Физиология и биохимия культурных растений. 1994. Т. 26, № 5. С. 488–496.

10. Холупенко И.П., Бурундукова О.Л. К обоснованию целесообразности применения в Приморском крае гнездовой технологии выращивания интенсивных сортов риса // Водные и экологические проблемы, преобразование экосистем в условиях глобального изменения климата: сб. докладов. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2014. С. 388–391.

11. Холупенко И.П., Бурундукова О.Л., Жемчугова В.П., Воронкова Н.М., Чернодед Г.К. Донорно-акцепторные отношения у дальневосточных сортов риса в связи с продукционным процессом // Физиология растений. 1996. Т. 43, № 2. С. 165–173.

12. Холупенко И.П., Воронкова Н.М., Бурундукова О.Л., Жемчугова В.П. Запрос на ассимиляты определяет продуктивность интенсивных и экстенсивных сортов риса в Приморье // Физиология растений. 2003. Т. 50, № 1. С. 123–128.

13. Peng S., Khush G.S., Virk P., Tang Q., Zou Y. Progress in ideotype breeding to increase rice yield potential // Field Crops Research. 2008. Т. 108, N. 1. P. 32–38.

14. Shahbaz Farooq M., Gylbag A., Virk A.L., Xu Y. Adaptability mechanisms of Japonica rice based on the comparative temperature conditions of Harbin and Qiqihar, Heilongjiang Province of Northeast China // Agronomy. 2021. Т. 11, N 11. P. 23–67.

15. Скаженник М.А., Воробьев Н.В., Ковалев В.С., Гаркуша С.В., Пшеницына Т.С., Баясний И.В. и др. Закономерности налива зерновок сортов риса // Рисоводство. 2019. № 1. С. 22–26.

16. Liu Z., Huang Q., Liu X. et al. Magnesium fertilization affected rice yields in magnesium sufficient Soil in Heilongjiang Province, Northeast China // Frontiers in plant science. 2021. Т. 12. P. 689.

## REFERENCES

1. Kholupenko I.P. Rol' list'yev raznykh yarusov v formirovani urozhaya semyan u soi = [The role of leaves of different tiers in the formation of soybean seed yield]. In: *Peredvizheniye assimilyatov i ikh metabolism v rasteniyakh*. Vladivostok; 1979. P. 38-44. (In Russ.).

2. Kholupenko I.P., Maslavets A.I., Kozyrenko M.M., Babkina E.N., Burundukova O.L. Podbor sortov soi dlya poseva v iyune na yuge Primor'ya = [Selection of soybean varieties for sowing in June in the south of Primorye]. *Zashchita rasteniy na Dal'nem Vostoke*. Vladivostok; 1989. P. 75-80. (In Russ.).

3. Kholupenko I.P., Kozyrenko M.M. Involvement of leaves in assimilation of carbon dioxide and entry of assimilates of the main shoot into soybean seeds. *Soviet Plant Physiology*. 1990;37(2):249-258. (In Russ.).

4. Kholupenko I.P. Rannespelye sorta soi pri pozdnykh srokakh seva. In: *Soya v Primor'ye*. Metodicheskiye rekomendatsii po povysheniy urozhaynosti. Vladivostok; 1975. P. 13-16. (In Russ.).

5. Kholupenko I.P., Burundukova O.L. Intensive rice varieties models for the conditions of rice cultivation of the Far Eastern area. *Vestnik KrasGAU*. 2013;(12):96-100. (In Russ.).

6. Kovalevskaya V.A. Seleksiya risa v Dal'nevostochnoy zone risoseyaniya = [Rice breeding in the Far East zone of rice cultivation]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2008;(6):8-10. (In Russ.).

7. Kholupenko I.P., Burundukova O.L., Zmeyeva V.N., Mikhailik T.A., Klimentkova T.G. The value of cold resistance and heat responsiveness in rice breeding in Primorye. *Fiziologiya rasteniy - funktsional'naya osnova ekologii i innovatsionnykh tekhnologiy*. 2011;2:730-731. (In Russ.).

8. Kholupenko I.P., Zhemchugova V.P., Sokirka A.I., Chernoded G.K., Burundukova O.L. Effect of Shading on the Leaf Apparatus and Productivity of Rice Plants ctivity in Rice. *Fiziologiya i biokhimiya kul'turnykh rastenij*. 1991;23(1):23–29. (In Russ.).

9. Kholupenko I.P., Burundukova O.L., Zhuravlev Yu.N., Gorbach V.V., Zhemchugova V.P., Voronkova N.M. Shade tolerance of Far Eastern rice varieties. *Fiziologiya i biokhimiya kul'turnykh rastenij*. 1994;26(5):488-496. (In Russ.).

10. Kholupenko I.P., Burundukova O.L. To substantiate the expediency of using the nesting technology for growing intensive rice varieties in the Primorsky Territory. In: *Vodnyye i ekologicheskiye problemy, preobrazovaniye ekosistem v usloviyakh global'nogo izmeneniya klimata*. Khabarovsk; 2014. P. 388-391. (In Russ.).

11. Kholupenko I.P., Burundukova O.L., Zhemchugova V.P., Voronkova N.M., Chernoded G.K. et al. Source-sink relations in Far-Eastern rice cultivars as related to their productivity. *Russian Journal of Plant Physiology*. 1996;43(2):165-173. (In Russ.).

12. Kholupenko I.P., Voronkova N.M., Burundukova O.L. et al. Demand for assimilates determines the productivity of intensive and extensive rice crops in Primorskii krai. *Russian journal of plant physiology*. 2003;50(1):123-128. (In Russ.).
13. Peng S., Khush G.S., Virk P., Tang Q., Zou Y. Progress in ideotype breeding to increase rice yield potential. *Field Crops Research*. 2008;108(1):32-38.
14. Shahbaz Farooq M., Gylilbag A., Virk A.L., Xu Y. Adaptability mechanisms of Japonica rice based on the comparative temperature conditions of Harbin and Qiqihar, Heilongjiang Province of Northeast China. *Agronomy*. 2021;11(11):23-67.
15. Skazhennik M.A., Vorobyov N.V., Kovalyov V.S., Garkusha S.V., Pshenitsyna T.S., Balyasny I.V. Regularity of kernel filling of rice varities. *Rice growing*. 2019;(1):22-26. (In Russ.).
16. Liu Z., Huang Q., Liu X. et al. Magnesium fertilization affected rice yields in magnesium sufficient Soil in Heilongjiang Province, Northeast China. *Frontiers in plant science*. 2021;12:689.