

УДК 633.18: 631.41: 631.43

UDC 633.18: 631.41: 631.43

06.00.00 Сельскохозяйственные науки

Agricultural sciences

**ВЛИЯНИЕ МЕЛИОРАТИВНОГО СОСТОЯНИЯ НА СВОЙСТВА ПОЧВ РИСОВЫХ АГРОЛАНДШАФТОВ КУБАНИ И ИХ ПРОДУКТИВНОСТЬ\***

**INFLUENCE OF THE MELIORATIVE CONDITION ON THE PROPERTIES OF SOILS OF DRAIN AGROLANDSCAPES OF KUBAN AND THEIR PRODUCTIVITY\***

Шеуджен Асхад Хазретович<sup>1,2</sup>  
д.б.н., профессор, академик РАН, зав. кафедрой агрохимии, зав. отделом прецизионных технологий, SPIN-код (РИНЦ): 9370-9411

Sheudzhen Askhad Khazretovich<sup>1,2</sup>, Dr.Sci.Biol., professor, academician of the Russian Academy of Sciences, head of agrochemistry department, head of Precision Technologies department, SPIN-code: 9370-9411

Гуторова Оксана Александровна<sup>2</sup>  
к.б.н., ведущий научный сотрудник, SPIN-код (РИНЦ): 3443-8774

Gutorova Oksana Alexandrovna<sup>2</sup>, Cand.Biol.Sci., leading Researcher, SPIN-code: 3443-8774

Аношенков Василий Владимирович<sup>3</sup>  
к.с.-х.н., главный агроном ЭСП "Красное"

Anoshenkov Vasily Vladimirovich<sup>3</sup>, Cand.Agr.Sci., chief agronomist elite-seed-growing enterprise "Krasnoe"

Максименко Евгений Петрович<sup>3</sup>  
директор ЭСП "Красное"

Maksimenko Evgeny Petrovich<sup>3</sup>, director of elite-seed-growing enterprise "Krasnoye"

Касиц Виктория Петровна<sup>2</sup>  
младший научный сотрудник  
*1 - Кафедра агрохимии, Кубанский государственный аграрный университет, г. Краснодар, Россия*  
*2 - Всероссийский научно-исследовательский институт риса, г. Краснодар, п. Белозерный, Россия*  
*3 - ЭСП "Красное" ВНИИ риса, Красноармейский район, Краснодарский край, Россия*  
*oksana.gutorova@mail.ru*

Kaschits Viktoria Petrovna<sup>2</sup>, Junior Researcher  
*1 - Kuban State Agricultural University, Krasnodar, Russia*  
*2 - All Russian Rice Research Institute, Krasnodar, Russia*  
*3 - Elite-seed-growing enterprise "Krasnoye" All Russian Rice Research Institute, Krasnoarmeysky district, Krasnodar region, Russia*  
*oksana.gutorova@mail.ru*

В почвах рисовых полей развиваются элювиально-глеевые процессы, выражающиеся в перераспределении по профилю илстых частиц, водорастворимого гумуса, подвижных соединений железа и фосфора. Наиболее интенсивно эти процессы развиты в лугово-болотных почвах, приуроченных к замкнутым понижениям плавневой равнины. Лугово-черноземные почвы, залегающие на повышенных элементах рельефа, имеют более благоприятные физические, физико-химические и окислительно-восстановительные свойства для возделывания риса и сопутствующих культур в севообороте. Наибольшая урожайность риса формируется на высоких чеках и выше на 12,4 ц/га, чем на низких

In the soils of rice fields, eluvial gley processes develop, which are manifested in redistribution of silty particles along the profile, water-soluble humus, mobile compounds of iron and phosphorus. Most intensively, these processes are developed in meadow-bog soils, confined to closed depressions of the plains plain. Meadow-black soils lying on elevated relief elements have more favorable physical, physico-chemical and oxidation-reduction properties for cultivating rice and accompanying crops in crop rotation. The highest yield of rice is formed on high checks and higher at 12,4 c/ha than on low ones.

Ключевые слова: ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЕМНАЯ ПОЧВА, ЛУГОВО-БОЛОТНАЯ ПОЧВА, ЗАЛЕЖЬ, ПРОДУКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ

Keywords: MEADOW-BLACK SOILS, MEADOW-SWAMP SOILS, DEPOSITS, SOIL PRODUCTIVITY

Doi: 10.21515/1990-4665-132-017

\* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и министерства образования, науки и молодёжной политики Краснодарского края в рамках научного проекта № 16-44-230473

## Введение

В Краснодарском крае зона рисосеяния расположена на пойменных и плавневых землях в низовьях реки Кубани. Основными типами почв рисовых агроландшафтов являются лугово-черноземные, аллювиально-луговые, луговые, лугово-болотные. Рисовые почвы образовались в результате трансформации полнопрофильных почв, но чаще сформировались на месте почв, частично или полностью нарушенных при планировке и конструировании рисовых чеков. Вследствие искусственного создания рельефа путем перемещения значительных масс почвогрунтов в процессе строительства рисовой системы и нивелировки поверхности, произошли значительные изменения в исходном морфологическом строении большинства почв. Однако использование почв 20-30 лет и более в рисовом севообороте сгладило нарушения в строении. Одним из ведущим фактором, влияющий на морфологические, физические, водно-физические и физико-химические свойства почв, является длительное затопление в течение 4-5 месяцев. Характер и направленность почвенных процессов во многом зависят от рельефа поверхности почвы [1-4]. Строительство оросительных систем неизбежно связано с террасированием природного рельефа с превращением его склонов в огромное множество горизонтально спланированных и ступенчато расположенных рисовых чеков. Террасность (перепады отметок между плоскостями рисовых чеков) является причиной значительной пестроты урожайности риса. Недобор урожайности по причине отрицательной террасности в среднем составляет на незасоленных почвах 0,63, на засоленных – 2,3 т/га [4].

В связи с вышеизложенным исследования были направлены на изучение продуктивности почв рисовых агроландшафтов в зависимости от их мелиоративного состояния.

### **Объекты и методы исследований**

Исследования проведены на рисовой оросительной системе (РОС) ЭСП "Красное" Красноармейского района Краснодарского края. По геоморфологическому районированию территория района входит в Кубанский дельтово-пойменный район. Рельеф представляет собой плавневую равнину с развитым микрорельефом. Общая равнинность нарушается наличием ериков, западин, блюдцеобразных повышений. Основная часть территории представлена рисовой системой, на которой выделены следующие антропогенные элементы рельефа: низкие, средние и высокие чеки. Абсолютные отметки варьирует от +7,2 (в понижениях и депрессиях) до +10,7 м (на грядообразных повышениях).

На РОС заложено 12 почвенных разреза. На повышенных формах рельефа, представленные лугово-черноземными почвами, заложено 7 почвенных разреза, на пониженных формах лугово-болотных почв – 4. Один разрез заложен на участке залежи, расположенного на РОС и не вовлеченного в рисовый севооборот.

Морфологическое описание почвы проводили по общепринятой методике [4]. Название почв дано в соответствии с региональной классификацией и классификационной системой России [1, 5]. Почвенно-агрохимические исследования включали определение  $pH_{\text{вод}}$  потенциометрическим методом; плотности почвы с ненарушенным сложением по Качинскому; плотности твердой фазы – пикнометрическим методом; общей пористости – расчетным способом на основании плотности твердой фазы и плотности сложения; гранулометрического состава почвы с раствором пирофосфата натрия [6]. Для экстрагирования подвижных соединений железа из почвы применяли 0,1 N раствор  $H_2SO_4$ ; фосфора и калия – 0,5 N раствор  $CH_3COOH$  [6-7]. Органический углерод (С, %) почвы с пересчетом на гумус определяли по Тюрину со спектрофотометрическим окончанием; водорастворимое органическое

вещество ( $C_{\text{вов}}, \%$ ) – перманганатным окислением; активность ферриредуктазы – по Галстяну и Оганесяну [6-9]. Магнитную восприимчивость почвы ( $\chi \cdot 10^{-3}$  ед. СИ) измеряли каппаметром КМ-7 [10].

### Результаты и их обсуждение

Почвообразующие породы лугово-черноземной почвы – аллювиальные отложения, чаще глинистого или тяжелосуглинистого гранулометрического состава [3], лугово-болотной почвы – аллювиальные оглеённые глины [2]. Почва участка залежи залегает на карбонатных аллювиальных тяжелых суглинках.

Для лугово-болотных почв свойственно более сильное проявление гидроморфных признаков, по сравнению с лугово-черноземными, в виде ржаво-охристых прожилок и стяжений с поверхности почвы и сизых пятен в нижней части профиля, указывающие на развитие восстановленных условий.

По мощности гумусового горизонта рисовые почвы относятся к мощным и среднемощным видам. Одной из характерной их особенностью является понижение линии вскипания от 10 %-ной HCl и глубины залегания карбонатов, представленных в форме белоглазки, журавчиков и мучнистых пятен [2, 3].

Участок залежи близко расположен к оросительному каналу и в период затопления рисовых чеков испытывает сильное подтопление. Этим объясняется проявление в ней гидроморфных признаков, выщелачивания карбонатов и уплотнения горизонтов. В связи с этим залежь можно считать условно эталонным для сравнения его с рисовыми почвами.

Лугово-черноземные почвы, залегающие на повышенных элементах плавневой равнины, характеризуются более благоприятными физическими свойствами (табл. 1). Плотность сложения пахотного слоя почвы варьирует от 1,28 до 1,35 г/см<sup>3</sup>, общая пористость – от 49,4 до 52,1 %. В лугово-

болотных почвах, приуроченных к понижениям, плотность увеличивается до 1,38-1,46 г/см<sup>3</sup>, а пористость не превышает 50,0 %. Общей тенденцией является увеличение плотности почвы вниз по профилю и снижение её пористости.

Для залежи характерно уплотненное сложение почвенного профиля за исключением верхнего 0-5 см слоя в результате задернения поверхности почвы. Общая пористость задерненного слоя довольно высокая (53,0 %) и снижается в более глубоких слоях, не сильно отличаясь от рисовых почв.

Таблица 1 – Физические свойства рисовых почв (на примере разрезов 5, 12 и 15)

Горизонт	Плотность сложения почвы, г/см <sup>3</sup>	Плотность твердой фазы, г/см <sup>3</sup>	Пористость общая, %	Ил (< 0,001 мм), %	Физическая глина (< 0,01 мм), %
Разрез 12. Лугово-черноземная почва (высокий чек, предшественник – занятой пар)					
A <sub>пах</sub>	1,29	2,69	52,0	40,8	68,7
A	1,41	2,76	48,9	41,7	70,7
AB <sub>1</sub>	1,43	2,73	47,6	43,4	78,8
AB <sub>2</sub>	1,44	2,78	48,1	41,8	74,8
B	1,49	2,77	46,2	40,8	73,5
C	1,54	2,78	44,6	40,7	72,4
Разрез 5. Лугово-болотная почва (низкий чек, предшественник – занятой пар)					
A <sub>пах</sub>	1,39	2,65	47,5	47,1	77,8
A	1,49	2,73	45,4	48,3	80,3
AB	1,42	2,75	48,4	52,4	84,0
B	1,48	2,78	46,7	49,2	78,9
C	1,49	2,78	46,4	45,7	75,6
Разрез 15. Залежь, расположенная на рисовой системе					
A <sub>д</sub>	1,25	2,66	53,0	22,8	50,5
A	1,41	2,70	47,8	32,0	58,6
AB <sub>1</sub>	1,47	2,75	46,6	29,6	57,0
AB <sub>2</sub>	1,45	2,72	46,7	25,0	49,4
B	1,46	2,72	46,3	23,8	46,1
C	1,49	2,76	46,0	23,5	48,7

Развитие элювиального процесса в рисовых почвах проявляется в вымывании из пахотных слоёв илистых частиц, водорастворимого гумуса, подвижных соединений железа и фосфора (табл. 1-2).

Для лугово-черноземной почвы, расположенной на повышенных формах плавневой равнины, гранулометрический состав средне-, тяжелосуглинистый и глинистый. Содержание физической глины в пахотном слое варьирует от 39,2-42,7 в среднесуглинистых до 55,4-68,7 % в тяжелосуглинистых и глинистых разновидностях. Соответственно илистых частиц – от 24,6-27,4 до 31,1-40,8 %. Вниз по профилю почвы до горизонта **AB** содержание илистых частиц возрастает.

Гранулометрический состав лугово-болотных почв на пониженных формах рельефа более тяжелый по сравнению с лугово-черноземными. Содержание глинистых и илистых частиц возрастает соответственно до 72,0-77,8 и 42,6-47,1 %. Вниз по профилю гранулометрический состав почвы утяжеляется за счет перемещения илистых частиц.

На залежи гранулометрический состав почвы тяжелосуглинистый с содержанием физической глины в верхних слоях 50,5-58,6 % и илистых частиц 22,8-32,0 %. В отличие от рисовых почв, не отмечено выноса илистых частиц за пределы поверхностного 0-30 см слоя.

По содержанию общего гумуса почвы рисовых агроландшафтов – слабогумусные. Вниз по их профилю количество гумуса уменьшается. В лугово-болотных почвах, приуроченных к замкнутым понижениям, содержание гумуса в пахотном слое больше в среднем на 15,0 %, чем в лугово-черноземных (табл. 2). Причину указанного различия можно объяснить тем, что лугово-черноземные почвы по сравнению с лугово-болотными находятся в условиях лучшей аэрации. Поэтому растительные остатки подвергаются более интенсивной минерализации.

Содержание водорастворимого органического вещества в пахотном слое лугово-болотных почв меньше в 2 раза, чем в лугово-черноземных.

При этом, если на повышенных участках лугово-черноземных почв вынос водорастворимого гумуса за пределы пахотного слоя ограничивается накоплением в горизонте А, то в условиях лугово-болотных почв понижений, вынос отмечен на более большую глубину профиля. Такая подвижность гумуса в почвах рисовых полей обусловлена тем, что восстановительные процессы способствуют образованию железоорганических комплексов, которые могут мигрировать как в нейтральной, так и в щелочной среде, что свойственно для исследуемых почв.

Таблица 2 – Физико-химические свойства рисовых почв (на примере разрезов 5, 12 и 15)

Горизонт	Гумус, %	*C <sub>вов</sub> , %	рН, ед.	мг/100 г почвы				*χ×10 <sup>-3</sup> ед., СИ
				P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
Разрез 12. Лугово-черноземная почва (высокий чек, предшественник – занятой пар)								
A <sub>пах</sub>	3,04	0,00459	6,29	3,53	22,86	12,90	219,42	0,135
A	2,90	0,00495	7,19	8,36	12,77	7,27	126,25	0,151
AB <sub>1</sub>	2,57	0,00369	7,97	14,19	11,58	5,41	77,13	0,200
AB <sub>2</sub>	1,82	0,00324	8,12	6,55	10,14	3,34	28,96	0,177
B	0,72	0,00271	8,19	3,76	9,36	1,69	8,16	0,163
C	0,65	0,00276	8,23	3,33	7,37	1,69	4,36	0,156
Разрез 5. Лугово-болотная почва (низкий чек, предшественник – занятой пар)								
A <sub>пах</sub>	3,92	0,00299	7,28	1,55	32,89	46,58	163,07	0,094
A	1,91	0,00312	7,64	4,85	22,42	60,75	151,96	0,132
AB	1,02	0,00323	7,59	15,58	10,20	108,24	84,72	0,110
B	0,66	0,00364	7,43	4,61	5,99	48,33	39,61	0,120
C	0,57	0,00285	7,70	2,22	5,10	21,04	19,61	0,122
Разрез 15. Залежь, расположенная на рисовой системе								
A <sub>д</sub>	6,01	0,00972	7,01	29,52	88,81	10,46	180,66	0,178
A	2,41	0,00321	7,96	12,12	15,21	6,21	82,25	0,198
AB <sub>1</sub>	2,01	0,00317	8,27	5,46	10,06	30,16	42,33	0,222
AB <sub>2</sub>	1,79	0,00455	8,15	8,12	8,49	39,85	40,13	0,179
B	1,25	0,00305	8,31	7,14	6,45	27,55	35,15	0,164
C	0,88	0,00264	8,31	5,08	6,55	10,58	38,23	0,150
Примечание: *C <sub>вов</sub> – водорастворимое органическое вещество (перманганатное окисление почвы); χ – магнитная восприимчивость								

По содержанию подвижного фосфора рисовые почвы, особенно в условиях низких чеков, обеспечены слабо. Подвижный фосфор перемещается вниз по профилю и накапливается в нижележащих слоях. Содержание обменного калия в рисовых почвах довольно высокое и равномерно снижается с глубиной профиля (табл. 2).

Наиболее характерной особенностью для рисовых затопляемых почв является процесс биологического восстановления оксида железа. Основными условиями редукции железа служат обогащение почвы органическим веществом и микрофлорой, способной к восстановлению оксида железа. Сравнительно высокая способность редуцировать оксиды железа принадлежит лугово-болотным почвам понижений по сравнению с лугово-черноземными, расположенных на более повышенных элементах рельефа. На пониженных участках активность ферриредуктазы в пахотном слое почвы возрастает в 1,5-2,0 раза. Причем довольно большая её активность сохраняется и в подпахотном слое [11].

Лучшие окислительно-восстановительные условия в рисовых почвах складываются на повышенных элементах рельефа (табл. 2). На высоких чеках лугово-черноземных почв оксиды трехвалентного железа являются преобладающими, доля которых в пахотном слое составляет 92,82-96,61 % от суммы  $FeO+Fe_2O_3$ . На долю  $FeO$  приходится лишь 3,39-7,18 % от суммы.

На низких чеках лугово-болотных почв доля  $Fe_2O_3$  уменьшается до 74,73-90,68 %, а доля  $FeO$  заметно возрастает до 9,32-25,27 % от суммы  $FeO+Fe_2O_3$ , а его накопление, в результате выноса, отмечено в нижних горизонтах **AB** или **B**.

Наименьшие показатели магнитной восприимчивости ( $\chi$ ) отмечены в лугово-болотных почвах, развивающихся в более выраженных анаэробных условиях (табл. 2).. Так, в условиях высоких чеков лугово-черноземных



почв величина  $\chi$  в горизонте  $A_{\text{пах}}$  варьирует от 0,119 до  $0,163 \times 10^{-3}$  ед. СИ. На низких чеках лугово-болотных почв – от 0,085 до  $0,115 \times 10^{-3}$  ед. СИ

Магнитный профиль рисовых почв дифференцирован по величине  $\chi$ . В них чётко прослеживается уменьшение  $\chi$  в пахотном слое и увеличение в горизонте **A** или **AB**, что связано с миграцией и осаждением железа [12]. В нижележащих слоях, содержащих карбонаты, значения  $\chi$  снижаются и слабо изменяются с глубиной профиля. Это объясняется с диамагнитностью карбонатной аллювиальной подстилающей породой [13].

На залежи отмечена высокая способность биохимического восстановления железа. Здесь ферриредуктазная активность выше, чем в рисовых почвах, что связано с накоплением органических веществ в результате разложения растительных остатков [11]. Залежь хорошо обеспечена подвижным фосфором, общим и водорастворимым гумусом в 6,0, 1,5 и 2,0 раза соответственно превышающих содержание в почвах рисовых полей. В то же время в условиях залежи создаются условия временного переувлажнения с нисходящим током воды, благоприятствующих развитию анаэробных процессов и выносу водорастворимых органических соединений в нижние слои. На это указывает содержание в них восстановленного железа, на долю которого приходится 42,0-49,8 % от суммы  $FeO+Fe_2O_3$  при соотношении  $FeO/Fe_2O_3$ , равном, 0,71-0,99. При этом наиболее высокие значения магнитной восприимчивости преобладают в гумусированной верхней части почвенного профиля (**A<sub>d</sub>+AB<sub>1</sub>**), варьируя от 0,178 до  $0,222 \times 10^{-3}$  ед. СИ. В нижних слоях почвы, в результате развития восстановленных условий, значения  $\chi$  снижаются (табл. 2).

Таким образом, участок залежи, расположенный на рисовой системе и не вовлечённый в рисосеяние, характеризуется сильной заболоченностью, и сравнивать его с почвами рисовых полей можно только условно.

Продуктивность рисовых почв непосредственным образом зависит от высотного положения чека. Высоту чека нельзя отнести к энергетическим или материальным факторам, влияющих на рост и развитие растений. Она лишь создает обстановку равных условий произрастания всех растений на рисовом поле. В зависимости от высоты чека почвенные процессы протекают по-разному, которые и определяют продуктивность почвы (табл. 3-4).

Таблица 3 – Изменение урожайности риса в полях рисового севооборота, ц/га

Высотное положение чека	Год				
	2012	2013	2014	2015	2016
Высокий	*мн. тр.	мн. тр.	75,2	73,5	70,1
	77,8	74,3	зан. пар	70,8	66,0
	75,1	71,2	соя	зан. пар	67,0
	зан. пар	70,1	67,1	мн.тр.	мн.тр.
	мн.тр.	80,3	74,2	70,4	зан. пар
	79,3	72,1	67,8	мн. тр.	мн. тр.
	70,0	мн. тр.	мн. тр.	77,6	70,0
	74,2	71,3	зан. пар	71,2	68,6
среднее за год	<b>75,3±3,6</b>	<b>73,2±3,7</b>	<b>71,1±4,2</b>	<b>72,7±3,0</b>	<b>68,3±1,8</b>
Низкий	62,0	59,7	52,0	зан. пар	59,8
	65,3	61,8	54,0	зан. пар	60,7
	мн. тр.	66,5	61,0	55,3	мн. тр.
	зан. пар	62,3	57,0	мн. тр.	мн. тр.
	54,8	мн. тр.	мн. тр.	64,3	60,5
	53,7	мн. тр.	мн. тр.	63,3	59,9
	59,1	56,0	зан. пар	60,6	57,4
мн. тр.	67,5	61,2	58,1	мн.тр.	
среднее за год	<b>59,0±4,9</b>	<b>62,3±4,3</b>	<b>57,0±4,1</b>	<b>60,3±3,7</b>	<b>59,7±1,3</b>
Примечание: *мн. тр. – многолетние травы; зан. пар – занятой пар					

На высоких чеках рисовой оросительной системы урожайность риса достигает 75,2-80,3 ц/га в первый год возделывания после двухлетних посевов многолетних трав, во второй и третий год снижается до 70,0-74,2 и 67,8-70,4 ц/га соответственно. После выращивания суходольных культур (сои, озимой пшеницы) урожайность риса в первый год выращивания

составляет 67,0-71,2 ц/га. В последующий год урожайность уменьшается на 2,6-4,8 ц/га (табл. 3).

На низких чеках лугово-болотных почв, где менее благоприятные окислительно-восстановительные условия, урожайность риса в первый год выращивания после многолетних трав составляет 62,0-67,5 ц/га, то есть в среднем на 13,3 ц/га меньше, чем на высоких. При выращивании риса по рису второй год урожайность уменьшается до 59,7-61,8 ц/га, а в третий год – до 52,0-58,1 ц/га. После занятого пара урожайность риса первого года возделывания составляет 59,8-62,3 ц/га, что меньше в среднем на 8,9 ц/га, чем на повышенных участках, во второй год снижается на 3,2-5,3 ц/га (табл. 3).

Таблица 4 – Сравнительная урожайность риса на высоких и низких чеках (2012-2016 гг.), ц/га

Высотное положение чека	Год					
	2012	2013	2014	2015	2016	среднее
Высокий	75,3±3,6	73,2±3,7	71,1±4,2	72,7±3,0	68,3±1,8	72,1±2,6
Низкий	59,0±4,9	62,3±4,3	57,0±4,1	60,3±3,7	59,7±1,3	59,7±1,9

Таким образом, наибольшая урожайность риса формируется на почвах, залегающих на повышенных формах рельефа, характеризующихся наиболее благоприятными окислительно-восстановительным режимом, физическими и физико-химическими свойствами. В среднем за 5 лет, на высоких чеках урожайность риса больше на 12,4 ц/га, чем на низких (табл. 4). При этом наибольшие показатели достигаются при возделывании риса в первый год после многолетних трав (табл. 3).

### **Выводы**

На низких чеках лугово-болотных почв более интенсивно развиваются элювиально-глеевые процессы, выражающиеся в

перераспределении по профилю илистых частиц, водорастворимого гумуса, подвижных соединений железа и фосфора. Эти почвы обладают высокой способностью редуцировать оксиды железа по сравнению с лугово-черноземными. Активность ферриредуктазы возрастает в 1,5-2,0 раза, а содержание двухвалентного железа – в 3,0-4,0 раза. На высоких чеках лугово-черноземных почв создаются более благоприятные физические и физико-химические свойства для возделывания риса и сопутствующих культур в севообороте. Почвы меньше уплотнены, обладают более высокой пористостью и благоприятным окислительно-восстановительным режимом. Наибольшая урожайность риса формируется на почвах, залегающих на повышенных формах рельефа (высокие чеки) и выше на 12,4 ц/га, чем на пониженных (низкие чеки).

#### Литература

1. Вальков В.Ф. Почвоведение (почвы Северного Кавказа) / В.Ф. Вальков, Ю.А. Штомпель, В.И. Тюльпанов. – Краснодар: Изд-во «Советская Кубань», 2002. – 300 с.
2. Гуторова О.А. Морфогенез рисовых лугово-болотных почв Кубани / О.А. Гуторова, А.Х. Шеуджен / Российская сельскохозяйственная наука, 2016. – № 6. – С. 25-27.
3. Гуторова О.А. Морфогенетические особенности рисовой лугово-черноземной почвы / О.А. Гуторова, А.Х. Шеуджен / Российская сельскохозяйственная наука, 2016. – № 4. – С. 53-56.
4. Попов В.А. Агроклиматология и гидравлика рисовых экосистем / В.А. Попов, Н.В. Островский: монография. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – 189 с.
5. Розанов Б.Г. Морфология почв / Б.Г. Розанов. – Изд-во: Академический проспект, 2004. – 432 с.
6. Шишов Л.Л. Классификация и диагностика почв России / Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова // Под ред. акад. РАН Г.В. Добровольского. – Смоленск: Окуймена, 2004. – 342 с.
7. Агрохимические методы исследования почв / Под ред. А.В. Соколова. – М.: Наука, 1975. – 656 с.
8. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв / Е.В. Аринушкина. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 488 с.
9. Орлова Н.Е. Методы изучения содержания и состава гумуса / Н.Е. Орлова, Л.Г. Бакина, Е.Е. Орлова. – СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2007. – 145 с.
10. Хазиев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии / Ф.Х. Хазиев. – Издательство: Наука, 2005. – 252 с.
11. Вадюнина А.Ф. Методы исследования физических свойств почв / А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.

12. Гуторова О.А. Активность ферриредуктазы в почвах рисовых агроценозов / О.А. Гуторова, А.Х. Шеуджен, В.П. Кашиц / Сб. научных статей по материалам V Международной научной конференции "Эволюция и деградация почвенного покрова" (19-22 сентября 2017 г., СтГАУ, г. Ставрополь). – С. 325-326.

13. Шеуджен А.Х. Морфологические особенности и изменение магнитной восприимчивости почв рисового агроценоза и богары // А.Х. Шеуджен, О.А. Гуторова, Т.А. Зубкова, Р.В. Штуц, В.П. Кашиц, Е.П. Максименко, А.С. Филипенко, Н.С. Минаев // Международный научно-исследовательский журнал, 2016. – № 9-3 (51). – С. 133-137. doi: 10.18454/IRJ.2016.51.010.

14. Бабанин В.Ф. Магнетизм почв / В.Ф. Бабанин, В.И. Трухин, Л.О. Карпачевский, А.В. Иванов, В.В. Морозов. – М.: Изд-во: ЯГТУ, 1995. – 222 с.

### References

1. Val'kov V.F. Pochvovedenie (pochvy Severnogo Kavkaza) / V.F. Val'kov, Ju.A. Shtompel', V.I. Tjul'panov. – Krasnodar: Izd-vo «Sovetskaja Kuban'», 2002. – 300 s.

2. Gutorova O.A. Morfogenez risovyh lugovo-bolotnyh pochv Kubani / O.A. Gutorova, A.H. Sheudzhen / Rossijskaja sel'skhozjajstvennaja nauka, 2016. – № 6. – S. 25-27.

3. Gutorova O.A. Morfogeneticheskie osobennosti risovoj lugovo-chernozemnoj pochvy / O.A. Gutorova, A.H. Sheudzhen / Rossijskaja sel'skhozjajstvennaja nauka, 2016. – № 4. – S. 53-56.

4. Popov V.A. Agroklimatologija i gidravlika risovyh jekosistem/ V.A. Popov, N.V. Ostrovskij: monografija. – Krasnodar: KubGAU, 2013. – 189 s.

5. Rozanov B.G. Morfologija pochv / B.G. Rozanov. – Izd-vo: Akademicheskij prospekt, 2004. – 432 s.

6. Shishov L.L. Klassifikacija i diagnostika pochv Rossii / L.L. Shishov, V.D. Tonkonogov, I.I. Lebedeva, M.I. Gerasimova // Pod red. akad. RAN G.V. Dobrovolskogo. – Smolensk: Okujmena, 2004. – 342 s.

7. Agrohimicheskie metody issledovanija pochv / Pod red. A.V. Sokolova. – M.: Nauka, 1975. – 656 s.

8. Arinushkina E.V. Rukovodstvo po himicheskomu analizu pochv / E.V. Arinushkina. – M.: Izd-vo MGU, 1970. – 488 s.

9. Orlova N.E. Metody izuchenija sodержanija i sostava gumusa / N.E. Orlova, L.G. Bakina, E.E. Orlova. – SPb.: Izd-vo S.-Peterburg. un-ta, 2007. – 145 s.

10. Haziev F.H. Metody pochvennoj jenzimologii / F.H. Haziev. – Izdatel'stvo: Nauka, 2005. – 252 s.

11. Vadjunina A.F. Metody issledovanija fizicheskikh svojstv pochv / A.F. Vadjunina, Z.A. Korchagina. – M.: Agropromizdat, 1986. – 416 s.

12. Gutorova O.A. Aktivnost' ferrireduktazy v pochvah risovyh agrocenozov / O.A. Gutorova, A.H. Sheudzhen, V.P. Kashhich / Sb. nauchnyh statej po materialam V Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii "Jevoljucija i degradacija pochvennogo pokrova" (19-22 sentjabrja 2017 g., StGAU, g. Stavropol'). – S. 325-326.

13. Sheudzhen A.H. Morfologicheskie osobennosti i izmenenie magnitnoj vospriimchivosti pochv risovogo agrocenoza i bogary // A.H. Sheudzhen, O.A. Gutorova, T.A. Zubkova, R.V. Shtuc, V.P. Kashhich, E.P. Maksimenko, A.S. Filipenko, N.S. Minaev // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal, 2016. – № 9-3 (51). – S. 133-137. doi: 10.18454/IRJ.2016.51.010.

14. Babanin V.F. Magnetizm pochv / V.F. Babanin, V.I. Truhin, L.O. Karpachevskij, A.V. Ivanov, V.V. Morozov. – M.: Izd-vo: JaGTU, 1995. – 222 s.