

## АГРОХИМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПЛОДОРОДИЯ ПАХОТНЫХ ЛУГОВЫХ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫХ ПОЧВ ПРИМОРСКОГО КРАЯ В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ<sup>§</sup>

© 2023 г. Е. А. Жарикова<sup>1,\*</sup>, М. Л. Бурдуковский<sup>1</sup>, О. М. Голодная<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН  
690022, Владивосток, просп. 100 лет Владивостоку, 159, Россия

\*E-mail: ejarikova@mail.ru

Поступила в редакцию 14.09.2022 г.

После доработки 20.10.2022 г.

Принята к публикации 15.11.2022 г.

Представлены результаты исследования агрохимических свойств луговых дифференцированных почв реперных участков, находящихся длительный период в сельскохозяйственном обороте. За 35 лет интенсивного использования почв содержание гумуса, обменная кислотность и степень насыщенности основаниями практически не изменились. Выявлено снижение величины гидролитической кислотности и содержания подвижного фосфора, а также значительное увеличение содержания обменного калия. Отмечена тенденция к снижению содержания обменных оснований. Рассчитанный комплексный показатель агрохимического состояния почвы указывает на разнонаправленность изменения плодородия почв исследованных участков, что связано с различиями в обеспеченности гумусом и подвижным фосфором. Выявлена необходимость в повсеместном внесении фосфорных удобрений и снижении дифференциации плодородия почв различных участков.

*Ключевые слова:* плодородие, гумус, фосфор, калий, обменные основания, индикаторы кислотности, реперные участки.

DOI: 10.31857/S0002188123020138, EDN: MTFRKK

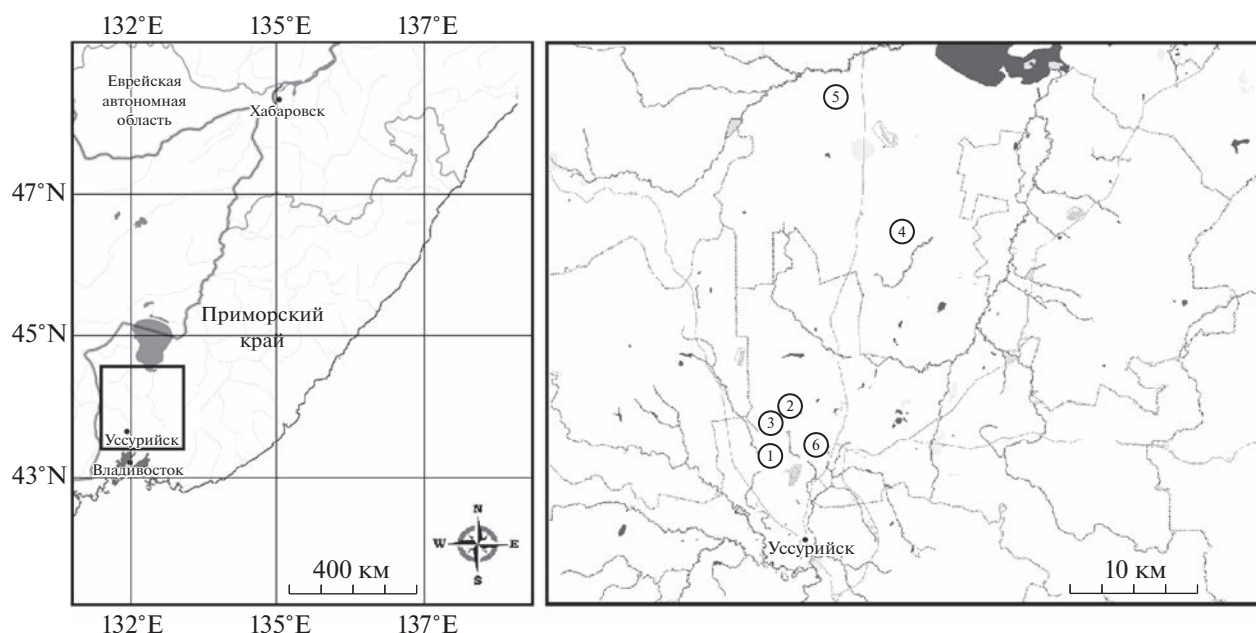
### ВВЕДЕНИЕ

Продовольственную безопасность любого государства обеспечивает в первую очередь наличие одного из важнейших неперемещаемых и незаменимых экономических ресурсов — земельного. В Приморском крае доля сельскохозяйственных угодий составляет 10.07% от общей площади сельскохозяйственных угодий Дальневосточного федерального округа. В составе земель сельскохозяйственного назначения края это более 80%, из которых на пашню приходится 703.8 тыс. га (19.676%). Данные показатели постепенно и неуклонно снижаются, в частности, за счет перевода земель в другие категории [1]. Тем важнее поддержание стабильного уровня плодородия почв, изменение которого на земельных территориях

находится в тесной зависимости от действия нескольких разнонаправленных факторов. Снижению уровня плодородия, с одной стороны, способствуют интенсификация процессов минерализации органического вещества в почвах под влиянием глобального изменения климата и распашки, снижение запасов питательных элементов вследствие их отчуждения урожаем. С другой стороны, внесение удобрений, различные мелиоративные и агротехнические мероприятия стабилизируют и улучшают агрохимические показатели почв. В зависимости от преобладающего действия данных факторов плодородие пахотных почв может снижаться, стабилизироваться либо улучшаться относительно исходного состояния.

Значительное снижение внесения минеральных и практически полное отсутствие органических удобрений, фактический отказ от системы сбалансированных севооборотов ради выращивания более выгодных полевых культур ведут к снижению плодородия и деградации интенсивно ис-

<sup>§</sup>Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ по теме № 121031000134-6 “Динамика почвенного и растительного покрова континентальных и островных территорий Восточной Азии в условиях экологической нестабильности”.



**Рис. 1.** Карта-схема района исследований, реперные участки: 1 – Воздвиженский, 2 – Степной, 3 – Ленинский, 4 – Благодатный, 5 – Поповский, 6 – Михайловский.

пользуемых почв [2–4]. Общемировая тенденция к использованию в качестве доминирующих высокоурожайных сортов сои и кукурузы способствует заметному уменьшению обеспеченности почв элементами питания. В связи с этим в последние годы в США и Канаде зафиксировано увеличение количества пахотных угодий с критически низким уровнем содержания подвижных форм фосфора и калия [5].

В Приморском крае доля сельскохозяйственных угодий с неблагоприятными агрохимическими свойствами почв, с учетом возможных комбинаций негативно влияющих факторов, составляет 93.26%. При этом доля средне-, сильно- и очень сильнокислых почв ( $pH < 5.0$ ) равна 26.95% [1]. Хотя, согласно концепции нейтрального баланса, по показателю продуктивности в Приморье доля земель в стабильном и улучшенном состоянии составляет более 90%, край находится в первой десятке субъектов РФ по снижению запасов органического углерода в агропочвах [6].

Вследствие отсутствия центра агрохимической службы почвенно-агрохимическое обследование сельскохозяйственных земель, позволяющее определить эффективность комплекса агротехнических, агрохимических, противозерозийных, мелиоративных и других мероприятий, в Приморье проводится крайне нерегулярно и на небольших площадях [3, 7]. Мизерные сведения о плодородии являются одним из следствий активно

проводимой земельной политики, в которой земли рассматриваются лишь как недвижимость, а не природный ресурс, являющийся национальным достоянием [8].

В почвенном покрове Приморского края одними из наиболее плодородных считаются луговые дифференцированные почвы. Несмотря на то, что они занимают всего 953.2 тыс. га (5.79%), на них приходится 34.5% пахотных угодий, поэтому анализ динамики свойств данных почв представляет как научный, так и практический интерес [9]. Данные почвы имеют преимущественно средне- и тяжелосуглинистый состав, приурочены к пологим низковершинным увалам и террасам среднечетвертичного возраста, формируются под разнотравно-злаковыми остепненными лугами и в настоящее время в целинном состоянии практически не встречаются (рис. 1) [10].

К сожалению, анализ имеющихся литературных и картографических материалов часто вызывает затруднение вследствие отсутствия в России единой общепризнанной классификации почв. Согласно классификации и диагностике почв СССР [11], исследованные почвы относятся к луговому подбелам оподзоленным, при кадастровой оценке сельскохозяйственных угодий Приморского края они были выделены как лугово-бурые оподзоленные [12]. В Классификации почв России данные почвы соответствуют агротемногумусовым подбелам [13, 14]. В научной литературе

они встречаются как луговые подбелы, лугово-бурные и лугово-бурные отбеленные почвы [2, 10]. В Едином государственном реестре почвенных ресурсов России (ЕГРПРР) эти почвы описаны как луговые дифференцированные [15].

Цель работы – установить на реперных участках тренды изменения плодородия луговых дифференцированных почв Приморья в условиях длительного интенсивного сельскохозяйственного использования.

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Для выявления плодородия среднесуглинистых луговых дифференцированных почв были использованы результаты агрохимического обследования почв реперных полей сотрудниками ГЦАС “Приморский” в 1986 г. и авторами в 2021 г. Данные агрохимических свойств целинных ненарушенных почв получены из литературных источников [10] и фондовых материалов ФНЦ биоразнообразия ДВО РАН.

Обследование почв проводили на реперных участках, расположенных на землях сельскохозяйственного назначения согласно методическим указаниям по проведению локального мониторинга на реперных и контрольных участках [16]. Площадь каждого реперного участка составляла 8 га. Для уточнения классификационной принадлежности почв были заложены пробные площадки размером 10 × 10 м с почвенными разрезами, смешанные образцы из пахотного слоя (0–20 см) отобраны ручным буром методом конверта (рис. 1). Аналитические работы были выполнены согласно общепринятым методикам: содержание гумуса определяли методом И.В. Тюрина,  $pH_{KCl}$  – потенциометрическим методом на  $pH$ -метре FE20-Kit FiveEasy (Mettler Toledo, Швейцария), гидролитическую кислотность – по Каппену, сумму обменных оснований – по Каппену–Гильковицу. Подвижные соединения элементов питания определяли в 0.2 н. солянокислой вытяжке (по методу Кирсанова), фосфор – колориметрическим методом на КФК-2, калий – методом пламенной фотометрии на ПФА-378 [17]. Все определения выполнены в трехкратной повторности. Оценку агрохимических показателей проводили по шкале, разработанной В.И. Ознобихиным и Э.П. Синельниковым для почв Приморского края [18].

Показатель агрохимического состояния почвы (АСП), отражающий сочетание гумусово-пищевых и физико-химических параметров, рассчитывали как среднее от суммы индивидуальных по-

**Таблица 1.** Базовые показатели оценки агрохимических свойств почв Приморского края [2]

Показатель	Оптимальное содержание $X_{opt}$	Минимальное содержание $X_{min}$
Гумус, %	4.6	0.5
$pH_{KCl}$ , ед. pH	5.8	3.5
$H_T$ , смоль (экв)/кг почвы	8.6	0.5
$S$ , смоль (экв)/кг почвы	27	5
$P_2O_5$ подвижный, мг/кг почвы	70	5
$K_2O$ подвижный, мг/кг почвы	145	20

Примечание.  $H_T$  – гидролитическая кислотность,  $S$  – сумма обменных оснований. То же в табл. 2, 3.

казателей, каждый из которых определяли по формуле С.Д. Черемушкина [19]:

$$АСП \text{ (в баллах)} = \frac{(X_{\text{факт}} - X_{\text{мин}})}{(X_{\text{опт}} - X_{\text{мин}})} \times 100, \quad (1)$$

где  $X_{\text{факт}}$  – фактическая величина агрохимического показателя,  $X_{\text{опт}}$  и  $X_{\text{мин}}$  – оптимальная и минимальная величины для данной почвы. Для Приморского края  $X_{\text{опт}}$  и  $X_{\text{мин}}$  были определены Э.П. Синельниковым и Ю.И. Слабко в результате многолетних исследований (табл. 1) [2]. Все статистические характеристики получены с помощью программы Microsoft Office Excel 2007. Оценка различий средних величин сопряженных выборок агрохимических свойств почв 1986 и 2021 гг. по  $t$ -критерию Стьюдента показала, что разница была существенной только для содержания обменного калия.

В конце прошлого века (1970–1990 гг.) на исследуемых полях в полевой севооборот входили зерновые с подсевом многолетних трав, пар сидеральный, соя, зерновые (ячмень, овес, гречиха, пшеница), многолетние травы. В настоящее время выращивают только сою и кукурузу в чередовании.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Естественные луговые дифференцированные почвы Приморья обладают достаточно высоким уровнем плодородия. Преимущественно слабокислые, они хорошо гумусированы, характеризуются средним содержанием подвижного фосфора и высоким содержанием доступного калия. Сумма обменных оснований в них оценивается как высокая, а степень насыщенности почвенного

**Таблица 2.** Агрохимические свойства целинных луговых дифференцированных почв

Показатель	Гумус, %	рН <sub>KCl</sub>	$H_T$	$S$	$V, \%$	$P_2O_5$	$K_2O$
			смоль (экв)/кг почвы			мг/кг почвы	
Естественные почвы, $n = 9$							
Min	3.3	4.5	3.4	19.0	75	21	107
Max	14.0	5.9	12.0	37.0	87	70	250
$M$	7.1	5.1	5.5	27.3	83	43	187
$\pm m$	1.34	1.70	1.85	9.1	27.3	14.6	62.5
$V, \%$	56	9	49	25	4	31	33

Примечание.  $V$  – степень насыщенности основаниями,  $n$  – количество образцов, Min – наименьшая величина, Max – наибольшая величина,  $M$  – среднее арифметическое,  $\pm m$  – ошибка среднего арифметического,  $V, \%$  – коэффициент вариации. То же в табл. 3.

поглощающего комплекса обменными основаниями – как повышенная (табл. 2).

Интенсивное использование почв в земледелии заметно изменило их свойства. Распашка способствовала снижению содержания гумуса и подвижного фосфора, гидролитической кислотности и суммы обменных оснований. На прежнем уровне остались величина обменной кислотности и степень насыщенности почв основаниями. Снизилась вариабельность большинства изученных показателей.

За период 1986–2021 г. среднее содержание гумуса в почвах реперных участков несколько возросло (на 0.14%), но по-прежнему оценивается как ниже среднего (табл. 3). При этом на участках Степной и Ленинский в настоящее время оно выросло до среднего, в то время как на участках Благодатный, Поповский и Михайловский осталось в прежней градации при снижении числовых показателей. Минимальное содержание сохранилось на прежнем уровне, но выросли максимальные показатели, заметно увеличился коэффициент вариации, что было результатом заметного увеличения содержания гумуса на отдельных полях, а не его равномерного роста повсеместно. Стагнация слабой обеспеченности гумусом является следствием практически полного прекращения внесения навоза, когда пополнение почв органическим веществом происходит лишь за счет листового опада и пожнивных остатков [20, 21]. Кроме этого, при устоявшемся производстве аграрной продукции происходит также стабилизация накопления и трансформации корневого детрита, а одним из наиболее реалистичных способов накопления гумуса является введение в севооборот посевов трав [22, 23]. В современном интенсивном земледелии роль гумуса как источника элементов питания невелика, но его значение в регулировании гидрофизического и биоло-

гического режимов огромно, как и его санитарно-буферная функция [24].

Величина обменной кислотности в целом изменилась слабо, уменьшился диапазон варьирования. Подкисление отмечено на участках Воздвиженский (переход из почв слабокислых в среднекислые) и Поповский (переход из близких к нейтральным в слабокислые). Улучшились показатели на участках Степной и Михайловский. Сложившаяся ситуация несомненно вызвана несбалансированным известкованием. Средняя величина гидролитической кислотности снизилась с низкой до очень низкой. Полученные данные подтверждают наличие тесной связи между величинами обменной и гидролитической кислотностей:  $r = -0.76$ , (1986 г.) и  $r = -0.97$  (2021 г.) (при  $P = 0.95$ ), что ранее было отмечено также для дерново-подзолистых почв [25]. Для обоих параметров сузился диапазон изменений и снизился коэффициент варьирования.

Средняя величина суммы обменных оснований в период с 1986 по 2021 г. снизилась с высокого уровня до повышенного, при этом увеличились пределы изменений и величина коэффициента вариации. Наиболее заметное снижение отмечено на участках Благодатный и Поповский (до среднего уровня). Подобный тренд к снижению величины суммы обменных оснований при длительном использовании почв в земледелии уже был отмечен для серых лесных почв [26]. Степень насыщенности почв основаниями со временем практически не изменилась, оставаясь на повышенном уровне.

Среднее содержание подвижного фосфора на реперных участках в 1986 г. оценивалось как низкое, в 2021 г. – как очень низкое. Значительное снижение зафиксировано на участках Воздвиженский, Степной, Поповский, небольшой рост – на участках Благодатный и Михайловский. За

**Таблица 3.** Агрохимические свойства пахотных луговых дифференцированных почв

Реперный участок	Гумус, %	рН <sub>KCl</sub>	<i>H</i> <sub>г</sub>	<i>S</i>	<i>V</i> , %	<i>P</i> <sub>2</sub> <i>O</i> <sub>5</sub>	<i>K</i> <sub>2</sub> <i>O</i>
			смоль (экв)/кг почвы			мг/кг почвы	
1986 г.							
Воздвиженский	3.30	5.2	3.3	18.9	85	39	57
Степной	3.60	4.7	4.6	18.7	80	70	82
Ленинский	3.43	5.1	3.4	24.8	88	7	96
Благодатный	3.74	5.1	3.7	21.4	85	23	122
Поповский	3.50	5.7	2.2	20.5	90	39	100
Михайловский	3.70	5.1	2.1	18.4	90	15	98
Min	3.30	4.7	2.1	18.4	80	7	57
Max	3.74	5.7	4.6	24.8	90	70	122
<i>M</i>	3.55	5.1	3.3	20.4	86	32	92.4
$\pm m$	0.07	0.1	0.35	1.01	1.5	9.6	9.9
<i>V</i> , %	5	7	27	12	4	73	26
2021 г.							
Воздвиженский	3.69	4.8	3.3	25.6	89	22	162
Степной	4.16	5.1	2.9	19.6	71	8	180
Ленинский	4.17	5.1	2.7	26.4	91	9	188
Благодатный	3.49	5.3	2.6	11.2	81	50	129
Поповский	3.30	5.4	2.1	11.1	84	15	174
Михайловский	3.31	5.6	1.9	17.6	90	33	229
Min	3.30	4.8	1.9	11.1	71	8	129
Max	4.17	5.6	3.3	26.4	91	50	229
<i>M</i>	3.69	5.2	2.6	18.6	84	23	177
$\pm m$	0.16	0.11	0.20	2.73	3.0	6.6	14
<i>V</i> , %	11	6	19	36	9	71	19

счет уменьшения максимальных показателей снизились и пределы их изменений, хотя коэффициент вариации остался практически на прежнем уровне, что указывало на высокую степень неоднородности обеспеченности исследованных участков доступным для растений фосфором. Поскольку  $\approx 80\%$  поглощенного фосфора отчуждается урожаем, возникает насущная необходимость в регулярном его внесении в виде удобрений [5, 27], тем более, что активно практикуемые в последнее время бессменные посевы или плодосмены соя–кукуруза способствуют повышенному выносу фосфора из почв. Полученные данные подтверждали негативное состояние почв Дальнего Востока, где пахотные почвы с очень низким и низким содержанием фосфора составляют 59.1% [1]. Поэтому сбалансированное и обоснованное внесение фосфорных удобрений не потеряло своей актуальности [2, 3].

Результатом внесения калийных удобрения стало заметное улучшение обеспеченности почв подвижным калием [28], его содержание из градации среднее преимущественно перешло в града-

цию высокое. Как повышенное оно характеризуется только на участках Воздвиженский и Благодатный.

Анализ величин рассчитанного комплексного показателя агрохимического состояния почвы (АСП) свидетельствовал о разнонаправленности изменения плодородия исследованных реперных участков (рис. 2). В наибольшей степени за период 1986–2021 гг. величина показателя АСП увеличилась на участках Михайловский (за счет снижения обменной кислотности и увеличения содержания фосфора и калия), Ленинский (за счет увеличения содержания гумуса, подвижного калия и суммы обменных оснований и снижения гидролитической кислотности) и Воздвиженский (за счет увеличения содержания гумуса, подвижного калия и суммы обменных оснований). Практически стабильным осталось состояние плодородия на участке Степной (несмотря на увеличение содержания гумуса и подвижного калия произошло резкое снижение содержания подвижного фосфора). Уровень плодородия реперного участка Благодатный снизился за счет

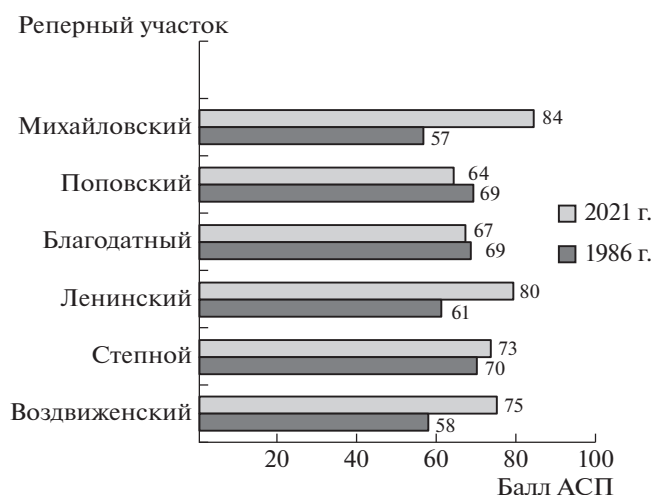


Рис. 2. Изменение показателя агрохимического состояния почвы (АСП) за период 1986–2021 гг.

уменьшения содержания гумуса и обменных оснований, а участка Поповский – еще и за счет снижения количества подвижного фосфора. Средняя величина АСП реперных участков увеличилась с 66 (1986 г.) до 74 (2021 г.).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, интенсивное использование луговых дифференцированных почв в качестве пахотных угодий заметно изменило их свойства. После распашки в почвах зафиксировано снижение содержания гумуса, показателей гидролитической кислотности, содержания суммы обменных оснований и подвижного фосфора. За период интенсивного использования (1986–2021 гг.) содержание гумуса, обменная кислотность и степень насыщенности основаниями в целом практически не изменились. Выявлено снижение величины гидролитической кислотности и содержания подвижного фосфора, а также значительное увеличение содержания подвижного калия.

Величина комплексного показателя агрохимического состояния почвы (АСП) свидетельствовала о разнонаправленности изменения плодородия почв различных реперных участков, но средний показатель АСП за исследованный период увеличился. Уровень плодородия вырос на участках Ленинский, Михайловский и Воздвиженский, стабилизировался на участке Степной и снизился на участках Благодатный и Поповский.

В настоящий момент нет достаточных оснований говорить о значительном ухудшении агрохимического состояния исследованных луговых дифференцированных почв реперных участков

Приморского края, хотя очевидна насущная необходимость в повсеместном внесении фосфорных удобрений и снижении дифференциации плодородия почв различных участков.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации в 2019 году. М.: Росинформагротех, 2021. 404 с.
2. Синельников Э.П., Слабко Ю.И. Агрогенезис почв Приморья. М.: ВНИИА, 2005. 280 с.
3. Мухина Н.В., Суржик М.М. К вопросу оперативного контроля почвенного плодородия при выращивании сельскохозяйственных культур на юге Дальнего Востока // Усп. совр. естествозн. 2020. № 4. С. 35–40.
4. Емельянов А.Н., Слабко Ю.И., Пуртова Л.Н., Мохань О.В. Состояние и трансформация плодородия почв Приморского края // Вестн. ДВО РАН. 2022. № 3. С. 7–17.
5. Бендер Р.Р., Хаегеле Дж.В., Руффо М.Л., Белоу Ф.Е. Динамика поглощения элементов питания современными гибридами кукурузы // Вестн. междуна-род. ин-та питания раст. 2014. № 1. С. 8–13.
6. Андреева О.В., Куст Г.С. Оценка состояния земель в России на основе концепции нейтрального баланса их деградации // Изв. РАН. Сер. географ. 2020. Т. 84. № 5. С. 737–749.
7. Нестерова О.В., Семаль В.А., Трегубова В.Г. Правовое и организационное совершенствование механизмов сохранения плодородия почв и земель Российской Федерации (на примере Дальнего Востока) // Почвоведение. 2016. № 6. С. 765–772.
8. Разумов В.В., Молчанов Э.Н., Разумов Н.В., Братков В.В. К проблеме изучения воздействия дегра-дационных и опасных природных процессов на сельскохозяйственные земли России // Бюл. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. 2015. Вып. 80. С. 50–70.
9. Костенков Н.М., Ознобихин В.И. Почвы и почвенные ресурсы юга Дальнего Востока и их оценка // Почвоведение. 2006. № 5. С. 517–526.
10. Иванов Г.И. Почвообразование на юге Дальнего Востока. М.: Наука, 1976. 200 с.
11. Егоров В.В., Фридланд В.М., Иванова Е.Н., Розов Н.Н. Классификация и диагностика почв СССР. М.: Колос, 1977. 224 с.
12. Костенков Н.М., Ознобихин В.И., Жарикова Е.А., Толстоконева Е.Н., Травин В.А. Кадастровая оценка земель Приморского края // Международ. сел.-хоз. журн. 2007. № 3. С. 47–51.
13. Шишов Л.Л., Тонконогов В.Д., Лебедева И.И., Герасимова М.И. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
14. Полевой определитель почв. М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2008. 182 с.
15. Алябина И.О., Андроханов В.А., Вершинин В.В., Волков С.Н., Ганжара Н.Ф., Добровольский Г.В., Иванов А.В., Иванов А.Л., Иванова Е.А., Ильин Л.И.,

- Карпачевский М.Л., Каиштанов А.Н., Кирюшин В.И., Колесникова В.М., Колесникова Л.Г., Лойко П.Ф., Маньлов И.Е., Маречко М.С., Махинова Э.Н., Молчанов А.Ф., Прохоров А.Н., Пягай Э.Т., Рожков В.А., Рыбальский Н.Н., Савин И.Ю., Самойлова Н.С., Сапожников П.М., Сизов В.В., Столбовой В.С., Суханов П.А., Урусевская И.С., Чочаев А.Х., Шеремет Б.В., Шоба С.А., Яковлев С.А.* Единый государственный реестр почвенных ресурсов России. Верс. 1.0. Коллективная монография / Под ред. Иванова А.Л., Шобы А.С. М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2014. 768 с.
16. *Сычев В.Г., Кузнецов А.В., Павлихина А.В., Кручинина Л.К., Васильева Н.М., Лобас Н.В.* Методические указания по проведению локального мониторинга на реперных и контрольных участках. М.: Росинформагротех, 2006. 76 с.
  17. *Аринушкина Е.В.* Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во МГУ, 1970. 488 с.
  18. *Оздобихин В.И., Синельников Э.П.* Характеристика основных свойств почв Приморского края и пути их рационального использования. Уссурийск: Изд-во Приморского СХИ, 1985. 72 с.
  19. *Черемушкин С.Д.* Теория и практика экономической оценки земель. М.: Сельхозгиз, 1963. 256 с.
  20. *Бурдуковский М.Л., Голов В.И., Ковшик И.Г.* Изменение агрохимических свойств пахотных почв юга Дальнего Востока России при длительном сельскохозяйственном использовании // Почвоведение. 2016. № 10. С. 1244–1250.
  21. *Бурдуковский М.Л., Голов В.И.* Накопление и вынос элементов питания и тяжелых металлов растением сои // Маслич. культуры. Научн.-техн. бюл. ВНИИМК. 2011. № 1. С. 94–100.
  22. *Иванов А.Л., Куст Г.С., Козлов Д.Н., Андреева О.В., Андронов Е.Е., Бардин М.Ю., Вильфанд Р.М., Говоркова В.А., Десяткин Р.В., Зволинский В.П., Иванова Е.А., Карпова Д.В., Катцов В.М., Киктев Д.Б., Кирюшин В.И., Кислов А.В., Корзухин М.Д., Костовска С.К., Кулинцев В.В., Лобковский В.А., Мартынюк А.А., Павлова В.Н., Панченко И.И., Паиштецкий В.С., Перевертин К.А., Першина Е.В., Романовская А.А., Савин И.Ю., Соломина О.Н., Степанов А.Л., Столбовой В.С., Страшная А.И., Тарасова Л.Л., Тихонович И.А., Тельнова Н.О., Филипчук А.Н., Хан В.М., Хитров Н.Б., Чекмарев П.А., Чернов Т.И., Школьник И.М., Якушев В.П.* Глобальный климат и почвенный покров России: оценка рисков и эколого-экономических последствий деградации земель. Адаптивные системы и технологии рационального природопользования (сельское и лесное хозяйство). Национальный доклад / Под ред. А.И. Бедрицкого. Т. 1. М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, ГЕОС, 2018. 357 с.
  23. *Пуртова Л.Н., Киселева И.В.* Влияние фитомелиорации на показатели плодородия и интегральное отражение агрогенных почв Приморья // Вестн. ДВО РАН. 2019. № 1. С. 51–57.
  24. *Минеев В.Г.* Химизация земледелия и плодородная среда // М.: Агропромиздат, 1990. 288 с.
  25. *Уткин А.А.* Плодородие и экотоксикологическое состояние реперных участков дерново-подзолистых суглинистых почв Владимирской области // Агрохимия. 2022. № 6. С. 3–13.
  26. *Уткин А.А., Лукьянов С.Н.* Плодородие и экотоксикологическое состояние реперных участков серых лесных почв Владимирской области // Агрохимия. 2022. № 3. С. 12–21.
  27. *Голов В.И.* Особенности поглощения и выноса элементов питания и тяжелых металлов растением сои // Маслич. культуры. Научн.-техн. бюл. ВНИИМК. 2009. № 1. С. 96–100.
  28. *Berezhnaya V.V., Kushayeva E.J., Timoshinov R.V., Klykov A.G.* Changes in the fertility of meadow-brown bleached soil with long-term use of different fertilizer systems // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. V. 677. № 4. P. 042049.

## Agrochemical Parameters of the Fertility of the Arable Meadows Differentiated Soils of the Primorsky Region in the Conditions of Long-Term Agricultural Use

E. A. Zharikova<sup>a, #</sup>, M. L. Burdukovskii<sup>a</sup>, and O. M. Golodnaya<sup>a</sup>

<sup>a</sup>*Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, Far East Branch, Russian Academy of Sciences  
prosp. Stoletiya Vladivostoka 159, Vladivostok 690022, Russia*

<sup>#</sup>*E-mail: ejarikova@mail.ru*

The results of studies of the agrochemical properties of meadow differentiated soils of reference plots that have been in agricultural circulation for a long period are presented. The humus content, exchange acidity and the degree of saturation with bases have not changed much over 35 years of intensive soil use in agriculture. A decrease of hydrolytic acidity and the content of available phosphorus, as well as a significant increase in the content of exchangeable potassium was revealed. A trend towards a decrease in the content of exchange bases was noted. The calculated complex indicator of the agrochemical state of the soil indicates the multidirectional change in soil fertility in the studied areas, which is associated with differences in the availability of mobile forms of phosphorus and humus. The need for the widespread application of phosphorus fertilizers and a decrease in the differentiation of soil fertility in various areas has been identified.

*Key words:* fertility, humus, phosphorus, potassium, exchange bases, acidity indicators, reference sites.