

ОЦЕНКА ПОЧВ

УДК 631.452

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА И ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ УРОЖАЙНОСТИ ПОЧВ В ГЛОБАЛЬНОМ МАСШТАБЕ

**Е.Н. Смоленцева¹, М.К. Сулейменов², А.С. Сапаров³, К.М. Пачикин³,
Н.Н. Балгабаев⁴, М.Д. Кусаинова³, У.К. Бекбаев⁴, О.В. Рухович⁵, С.М. Лукин⁶,
У. Шиндлер⁷, Л. Мюллер⁷**

¹Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, 630099, ул. Советская, 18, г. Новосибирск, Россия, smolentseva@issa.nsc.ru; ²Научно-производственный центр зернового хозяйства имени А.И. Бараева, 021601, Шортанды, Акмолинская область, Казахстан, mekhlis@yahoo.com; ³Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии им. У.У. Успанова, 050060, пр-т аль-Фараби, 75-в, г. Алматы, Казахстан, ab.saparov@yahoo.com; ⁴Казахский Научно-исследовательский институт водного хозяйства, 080003, ул. К. Койгельды, 12, г. Тараз, Казахстан, IWRE@nursat.kz; ⁵Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии (ВНИИА) им. Д.Н. Прянишникова Россельхозакадемии, 127550, ул. Прянишникова, 31а, г. Москва, Россия, o_ruhovich@mail.ru; ⁶Всероссийский научно-исследовательский институт органических удобрений и торфа Россельхозакадемии, 601390, ул. Прянишникова, 1, п. Вяткино, Судогодский р-н, Владимирская область, Россия, vnion@vtsnet.ru; ⁷Лейбниц Центр Агроландшафтных Исследований, D-15374, ул. Эберсвальдская, 84, Мюнхеберг, Германия, tueller@zalf.de

Целью работы была квантификация индикаторов качества почв агроландшафтов крупных регионов. Для этого были взяты типичные катены и отдельные почвенные профили на тестовых площадках в России, в Казахстане и в Германии. Качество почв и потенциальная урожайность оценивались по Мюнхебергской системе рейтинга почв (Muncheberger Soil Quality Rating (M-SQR)). Результаты показали, что для оценки почвенных функций в агроландшафтах названных стран решающими являются компоненты локального водного баланса и засушливость (угроза засухи). Установлено, что существуют тесные связи между результатами оценки в баллах и урожайностью зерновых. Таким образом, была подтверждена пригодность метода M-SQR для охватывающей различные масштабы оценки качества почв и потенциальной урожайности. Следовательно, метод пригоден также для составления карт функциональности почв Евразии на единой методической основе.

ВВЕДЕНИЕ

Современные процессы глобализации всех сфер человеческой деятельности создают потребность в единых международных стандартах качества ресурсов и методах их оценки. Глобальные проблемы 21-ого столетия, такие как энергетическая и экологическая безопасность, изменение климата, защита биологического разнообразия, обеспечение высокого качества воды и пищи, тесно связаны с устойчивым функционированием почв [1]. Для рационального землепользования основополагающей является продукционная функция почв, которая также относится к важнейшим геосистем-

ным функциям почвенного покрова. Продукционная способность почв напрямую зависит от их свойств, а также от параметров окружающей среды. Ещё В.В. Докучаевым [2] было установлено, что между свойствами почв и урожайностью сельскохозяйственных культур, выращиваемых на них, существует тесная зависимость. Именно закон корреляции между свойствами почв и урожайностью культивируемых растений является теоретической базой для развития различных систем оценки почв и их продукционной функции.

Разработка системы оценки качества почв имеет несколько целей. Важ-

нейшая из них – способствовать сохранению высокой продукционной способности почв на основе неистощимого их использования. Чтобы избежать деградации почвенных ресурсов необходимо тщательно изучать продукционный потенциал почв и разрабатывать концепции устойчивого землепользования [3, 4]. Методы оценки функциональности почв по возможности должны обеспечивать воспроизводимые и контролируемые результаты и быть простыми и практичными. В прошлом столетии в некоторых странах (Россия, Австралия, США и др.) были созданы национальные системы оценки почвенного плодородия и, прежде всего, для почв сельскохозяйственных угодий. Однако различия в региональных и национальных почвенных и природных условиях, и полученные на их основе эмпирические шкалы сравнения создают серьёзные затруднения при сопоставлении результатов оценки.

Очевидно, что на сегодняшний день отсутствует единая глобальная система оценки функциональности почв, позволяющая работать в различных регионах и на разных континентах. Стандартизированная методология для международной оценки качества почв в ближайшем будущем будет востребована международным сообществом, и прежде всего землепользователями (фермерами, крестьянами), а также административными органами, принимающими организационные и законодательные решения в области землепользования.

Успешный опыт создания международной системы оценки почв на единой методической основе накоплен в Германии в Центре агроландшафтных исследований (Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF)) г. Мюнхенберг. Здесь разработана Мюнхенбергская система рейтинга качества почв «Das Muncheberger Soil Quality Rating

System (M-SQR) [5]. Теоретической базой метода послужил установленный ещё В.В. Докучаевым [2] закон корреляции между свойствами почв и урожайностью возделываемых на них культур. Это позволяет при оценке качества почв, одновременно оценивать их продукционную способность (потенциальную урожайность). Для успешного развития системы рейтинга почв важное значение имело создание международной почвенной классификации World Reference Base for Soil Resources (WRB) [6], которая и была использована для диагностики и характеристики почв в различных странах.

Цель данной работы – охарактеризовать Мюнхенбергскую систему рейтинга (M-SQR) как метод оценки качества почв и их продукционного потенциала, а также представить результаты оценки почв агроландшафтов в Казахстане, в Российской Федерации (РФ) и в Федеративной республике Германии (ФРГ).

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Сущность метода. Мюнхенбергская система рейтинга качества почв (Das Muncheberger Soil Quality Rating (M-SQR) System) представляет собой относительно простой метод оценки почв, с учётом их продукционного потенциала и возможных рисков при использовании.

При разработке метода авторы исходили из того, что глобальная система оценки качества почв должна отвечать следующим требованиям:

- быть инструментом мониторинга функционального статуса почвы;
- обеспечивать точность оценочной процедуры, основанной на индикаторах и порогах наиболее функционально соответствующих признаков;
- быть последовательно применяемой для различного масштаба;
- проводить оценки с точки зрения пригодности почв для использования;

В основе метода лежит система индикаторов, которая может быть использована как для оценки почвенных разностей, так и для площадной оценки сельскохозяйственных участков. Индикаторы – это свойства почв и факторы среды, влияющие на продукционную функцию почв. Выбор параметров для индикации был основан на многолетнем опыте изучения экологических факторов, влияющих на урожайность сельскохозяйственных культур на пахотных и кормовых угодьях. Индикаторы разделены на две группы (рисунок 1).

Первая группа – это базовые индикаторы (Basic indicators). Они представляют собой свойства, присущие каждой почве, а также природные условия, особо значимые для формирования урожая (н-р, увлажнение или позиция в рельефе, рисунок 1). Степень проявления и благоприятности свойства оценивается по трёхбалльной шкале от 0 до 2: так получаем «балл свойства». «Фактор важности» индикатора, представляет собой множитель, на который умножается «балл свойства». Далее результаты оценки по всем базовым индикаторам суммируются. Так получают «балл почвы», величина которого варьирует от 0 до 34. Для визуальной оценки базовых индикаторов в полевых условиях разработаны специальные таблицы и шкалы, позволяющие с точностью 0,25 балла охарактеризовать оцениваемое свойство. Для почв пахотных и кормовых угодий система базовых индикаторов и шкалы их оценки несколько различаются.

Вторая группа индикаторов – это индикаторы риска (Hazard Indicators). Они необходимы для оценки степени риска и факторов, экстремально ограничивающих почвенное плодородие. Присутствуют они случайным образом, и поэтому оцениваются только в случае наличия их негативного влияния. Шкала оцен-

ки для индикаторов риска тоже трёхбалльная от 0 до 2. При расчёте конечного рейтинга почвы по индикаторам риска используются не баллы, а множители, которые этим баллам соответствуют. Значение этих множителей варьирует от 0 до 2,94. Затем из всех множителей выбирается наименьший. Это означает, что степень риска неблагоприятного влияния данного индикатора на плодородие почвы на данном участке самая высокая. Вся необходимая для выбора множителя информация представлена в таблицах, удобных для использования в полевых условиях.

Окончательный подсчёт рейтинга плодородия почвы получается в результате умножения «балла почвы» и «множителя риска». Величина рейтинга варьирует от 0 до 100. Градации при оценке почв предложены следующие: <20= очень низкое (качество), 20-40= низкое, 40-60= среднее, 60-80= высокое, >80 очень высокое.

Процедура оценки проводится в полевых условиях и состоит из трёх последовательных «шагов». Вначале закладывается почвенный разрез такой глубины, которая позволяет вскрыть срединный горизонт. На специальном бланке даётся полная характеристика почвенного профиля, примерная такая же, как стандартное описание почвенного разреза. Затем по базовым индикаторам оцениваются свойства почвы и получают «балл почвы». Далее оцениваются все актуальные и потенциальные риски (например, опасность затопления в случае паводка или намыва при эрозионном транспорте и др.) предусмотренные в системе индикаторов риска и результаты фиксируются на другом бланке. Из полученных множителей выбирается наименьший.

Проверка результатов оценки и пригодности метода для использования в

глобальном масштабе проводились по нескольким направлениям. Во-первых, был обеспечен широкий географический охват тестируемых объектов. Так, в 2006 году на начальном этапе апробации метод был протестирован в различных регионах мира и разных природно-климатических условиях: в Германии, Канаде, Новой Зеландии, в Китае на почвах сельскохозяйственных угодий. Во-вторых, проводилась сравнительная

оценка одинаковых почв на базе различных оценочных методов, и затем рассчитывалась корреляция результатов оценки с урожайностью зерновых культур. В результате было разработано методическое руководство по оценке качества почв, текст которого в настоящее время находится в свободном доступе в интернете по адресу: (http://www.zalf.de/home_zalf/institute/lwh/lwh_e/mitarbeiter/mueller_l/pdf/field_mueller.pdf)



Рисунок 1 - Схема Мюнхебергской системы оценки качества почв

Второй этап апробации метода проходил в России (в 2007-2008 гг. в Западной Сибири, в 2010-2011 гг. в европейской части), в 2010-2011 гг. в Казахстане, а также в других странах. Таким образом, на территории Евразии метод был про-

тестирован на почвах сельхозугодий в различных природно-климатических условиях (южная тайга, лиственная зона, северная и южная лесостепь, настоящая и сухая степи). Характеристика тестовых территорий и объектов оценки представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Пункты тестирования и объекты оценки в РФ, Казахстане и ФРГ

Пункт, страна, координаты (СШ/ВД)	Зона, подзона	Климат ¹⁾	Почво-образующая порода/ Почва (WRB) ²⁾	Тип почвы по национальной ³⁾ классификации
ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ И КАЗАХСТАН				
Плотниково, РФ (56,886/83,069)	Южная тайга	Гумидный, (482/0,1/1,06) ¹⁾	Лёсс/ Phaeozems	Серые лесные оподзоленные
Усть-Каменка, РФ (55,028/83,888)	Северная лесостепь	Гумидный, 514/0,1/1,11	Лёсс/ Phaeozems	Чернозёмы оподзоленные
Краснообск, РФ (54,925/82,951)	Северная лесостепь	Гумидный, 514/0,0/1,11	Лёсс/ Chernozem	Чернозём выщелоченный
Ордынское, РФ (54,389/81,954)	Северная лесостепь	Субгумидный 410/0,1/0,81	Лёсс/ Phaeozems	Чернозёмы выщелоченные
Омск, РФ ⁴⁾ (55,066/73,332)	Южная лесостепь	Субгумидный 390/1,4/0,64	Лёсс/ Phaeozem	Чернозём выщелоченный
Грушевка, РФ (53,906/77,160)	Настоящая степь	Сухой субгумидный 310/-0,2/0,58	Лёсс/ Chernozems	Чернозёмы южные
Славгород, РФ ⁵⁾ (53,161/ 78,722)	Сухая степь	Сухой субгумидный 313/-0,2/0,59	Лёсс/ Kastanozem	Светло-каштановая
Алмалыбак, КЗ ⁶⁾ (43,226/76,686)	Сухая степь	Субгумидный 385/9,1/0,69	Лёсс/ Kastanozem	Светло-каштановая
Шортанды, КЗ ⁷⁾ (51,707/71,007)	Сухая степь	Сухой субгумидный 317/2,7/0,59	Лёсс/ Chernozem	Чернозём южный
Бесагаш, КЗ (42,801/71,406)	Сухая степь	Аридный 330/8,9/0,25	Лессовидные суглинки/ Calcisols	Лугово-серозёмная
ЕВРОПА				
Вяткино, РФ, (56,051/40,496)	Хвойно-широколиственные леса	Гумидный 599/3,9/1,44	Флювиогляциальные отложения/ Albeluvisols	Дерново-подзолистые
Шебанцево, РФ (55,312/37,803)	Хвойно-широколиственные леса	Гумидный 688/4,9/1,43	Покровные суглинки/ Luvisols	Светло-серые лесные и дерново-подзолистые
Деделов, ФРГ (53,368/13,802)	Лиственные леса	Субгумидный 498/8,4/0,89	Донная морена (Висла) /Regosols	Колювисоли супесчаные
Мюнхеберг, ФРГ (52,517/14,123)	Лиственные леса	Субгумидный 540/8,5/0,83	Конечная морена (Висла)/ Albeluvisols	Фальерде, слабосуглинистый песок
Зеелов, ФРГ (52,543/14,446)	Лиственные леса	Субгумидный 470/8,5/0,83	Аллювий/ Fluvisols	Глинистый глей на песках
Бад Лаухштедт, ФРГ ⁸⁾ (51,394/11,878)	Степь	Субгумидный 474/8,8/0,74	Лёсс (Висла)/ Chernozem	Калькшварцерде

Примечания: ¹⁾ Осадки в мм/Среднегодовая температура воздуха в °С/ Коэффициент увлажнения (Осадки/Потенциальное испарение) по FAO-Datenbasis New Loc_Clim 1.10 [7]; ²⁾ Преобладающая эталонная почвенная группа (Reference Soil Group (RSG) по [6]); ³⁾ Для РФ и Казахстана использовалась Классификация почв России [8], для ФРГ - [9]; ⁴⁾⁻⁸⁾ Оценивалось по данным: ⁴⁾Сулейменова и др., [10], ⁵⁾ Майнеля [11], ⁶⁾ Сулейменова и др., [12], ⁷⁾ Карбозовой-Сальниковой и др., [13], и Сулейменова и др., [10], ⁸⁾ Кёршенса и др., [14].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Таблица 2 содержит результаты оценки качества почв в баллах в виде средних показателей. В ней представлены два вида рейтинга. Первый из них – это базовый рейтинг. Он отражает преимущественно текстурные и структурные свойства профиля, с учётом их значимости для формирования урожая зерновых. Второй – это совокупный (общий) рейтинг, учитывающий факторы риска для формирования урожая. Для удобства сравнения базового рейтинга с общим значения первого приведены к 100-бальной шкале путём умножения на коэффициент 2,94. Согласно результатам оценки, на выбранных тестовых территориях факторами риска являются климатические условия, преимущественно такие, как неблагоприятный температурный режим и засушливость. В таблице 2 представлены результаты оценки как конкретных профилей, так и средние показатели для эталонных почвенных групп (RSG по [6]). Для почвенных групп в столбце M-SQR, кроме среднего значения в баллах, приведена в скобках также величина стандартного отклонения. В этом случае речь идёт о среднем значении выборки из 4 и более почвенных профилей.

Все почвы, формирующиеся на лёссах и лёссовидных субстратах, имеют очень высокие значения базового рейтинга (таблица 2). Прежде всего, это касается богатых гумусом почв с молликовым горизонтом (mollic horizon), такие как чернозёмы, фазозёмы и каштанозёмы (Chernozems, Phaeozems und Kastanozems по [6]). Общеизвестно, что эти почвы при использовании в пашне в значительной степени деградируют из-за потери гумуса и изменения структуры. Тем не менее, по сравнению с почвами на других почвообразующих породах,

почвы на лёссах и лёссовидных субстратах имеют благоприятные свойства для формирования хорошо развитой корневой системы зерновых. Зернисто-комковатая и комковатая структура пахотных гумусовых горизонтов почв не столь оптимальна как зернистая структура целинных степных почв, однако по сравнению с другими субстратами она более благоприятна для развития корневой системы растений.

Преимущество лёссов и лёссовидных пород состоит в их способности запасать воду и питательные вещества. При соответствующих климатических условиях эти почвы идеальны и при рациональном подходе пригодны для длительного использования. Их потенциальная влагоёмкость в зоне распространения корней составляет более чем 300 мм. При климатических условиях Западной Сибири и Казахстана к началу вегетационного периода количество доступной влаги составляет 80-180 мм.

Недостатком лёссовых почв является то, что они могут сильно деградировать под воздействием неблагоприятных условий среды или в результате неправильного хозяйственного использования.

Солонцово-солончаковые комплексы в пункте Грушевка (РФ, Западная Сибирь) являются примером геохимически и педогенетически обусловленной деградации почв. В то же время в Грушевке автоморфные почвы – южные чернозёмы легкосуглинистые и супесчаные – обнаруживают признаки антропогенной деградации. В результате ветровой эрозии, обусловленной неправильной почвообработкой, они заметно скелетизированы и имеют неблагоприятную глыбистую структуру пахотного горизонта. Вследствие этого качество почв ухудшается, что отражается уже на базовом рей-

Таблица 2 - Результаты оценки почв, пашня

Пункт	Базовый рейтинг ¹ , баллы	M-SQR баллы ²	Общая оценка качества	Лимитирующие факторы ³
Плотниково, РФ	87 (очень высокий)	37 (4)	Низкое	ТР+З
Усть -Каменка, РФ	88 (очень высокий)	34 (12)	Низкое	ТР+З
Краснообск	98 (очень высокий)	42	Среднее	ТР+З
Ордынское	86 (очень высокий)	29 (10)	Низкое	ТР+З
Омск	96 (очень высокий)	41	Среднее	ТР+З
Грушевка	78 (высокий)	20 (11)	Низкое	З+ТР
Грушевка, солонец-солончак	53 (средний)	5 (6)	Очень низкое	ЗАС+ТР
Славгород	83 (очень высокий)	28	Низкое	З+ТР
Алмалыбак	89 (очень высокий)	38	Низкое	З
Шортанды	89 (очень высокий)	38	Низкое	З+ТР
Бесагаш 1, орошаемые	74 (высокий)	57	Среднее	З
Бесагаш 2, богарные	72 (высокий)	12	Очень низкое	З
Вяткино	56 (средний)	32 (16)	Низкое	З+ТР
Шебанцево	85 (очень высокий)	65 (14)	Высокое	ТР
Деделов	72 (высокий)	66 (13)	Высокое	З
Мюнхеберг	62 (высокий)	42 (4)	Среднее	З
Мюнхеберг, осушенные	62 (высокий)	57 (2)	Среднее	З
Зеелов	69 (высокий)	66 (10)	Высокое	ПУ
Бад Лаухштедт	93 (очень высокий)	88	Очень высокое	З

Примечания: ¹⁾ Сделан перерасчёт на 100-бальную шкалу (Базовый рейтинг*2,94) для лучшего сравнения с общим баллом;

²⁾ Общий балл: среднее значение и стандартное отклонение (в скобках);

³⁾ Критические индикаторы риска с наиболее низкой оценкой: ТР - температурный режим (холодный), З - засушливость, ЗАС - засоление, ПУ - переувлажнение

тинге (таблица 2). На риск деградации почв в Кулундинской степи из-за ветровой эрозии указывали также Х.Т. Майнел [11] и Б. Майер с соавторами [15].

Водная эрозия, прежде всего, при таянии снега приводит к локальным разрушениям почвенного профиля и к замет-

ному снижению качества почв. Локальная вариабельность базового рейтинга почв в пунктах Усть-Каменка и Ордынское объясняется укороченными (смытыми) почвенными профилями. Лёссовые почвы с незначительным содержанием гумуса (например, серозёмы, пункт

Бесагаш) имеют заметно более низкий базовый рейтинг относительно почв с моликовым горизонтом, хотя по текстурным признакам обладают благоприятными свойствами для пахотного использования.

Различие в качестве почв тестовых территорий, расположенных в Европе, проявляется уже на уровне базового рейтинга. Особенно это касается почв, формирующихся на плейстоценовых и голоценовых седиментах. Песчаные почвы обладают неблагоприятной структурой, низкой влагоёмкостью и тем самым лимитируют рост и развитие растений. Субгумидный климат с явным дефицитным водным балансом усиливает недостаток влаги.

На локальном уровне в общем рейтинге охвачен широкий спектр показателей качества пахотных почв (таблица 2): от очень низкого (< 20 баллов) до очень высокого (>80 баллов). Решающим для общей оценки явилось влияние индикаторов риска. Пригодность почв в Сибири в значительной степени лимитируют неблагоприятный температурный режим и засушливость климата. В Казахстане главным лимитирующим фактором также оказалась засушливость климата. Оценка всех компонентов локального водного баланса по методу M-SQR [16] имеет большое значение для оценки качества почв и потенциальной урожайности.

Общая оценка в баллах по M-SQR коррелирует с урожайностью зерновых (рисунок 2). Верхний график рисунка показывает регрессию для значений оценки единичных профилей почв (таблица 1) при среднем уровне затрат на производство. Для оценки привлечены данные по почвам из всех регионов и стран. Связь значений в баллах и урожайности тесная, что и позволяет оценивать потенциаль-

ную урожайность зерновых по величине базальной оценки качества почв. На нижнем графике рисунка показана линия регрессии при высоком уровне затрат.

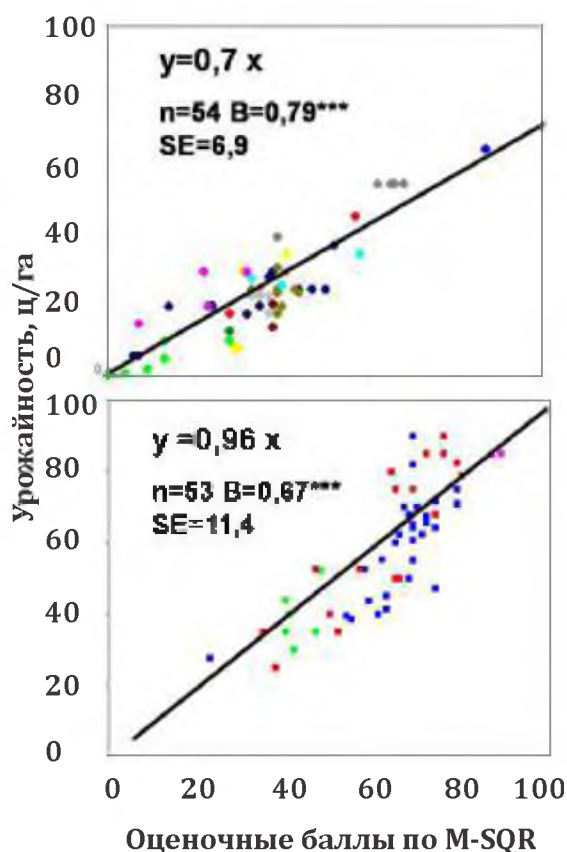


Рисунок 2 - Связь между баллами оценки качества почв по методу M-SQR и урожайностью зерновых. Вверху: при среднем уровне затрат (< 100kg N/га), внизу: при высоком уровне затрат (> 100kg N/га). Статистические показатели: n – объём выборки, B – коэффициент детерминации, SE – стандартная ошибка

Все оцениваемые участки этого графика находятся в Германии. Очевидно, что для лучших почв, имеющих оценку качества более 60 баллов, наблюдается отклонение от линейной зависимости потенциальной урожайности от результатов оценки почв по M-SQR.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мюнхебергская система оценки качества почв (SQR) – это простой метод оценки почв, с учётом их продукционного потенциала и возможных рисков при использовании. Оценка базируется на индикаторах, которые характеризуют свойства почв, определяющие урожайность сельскохозяйственных культур, а также учитывает влияние климатического фактора через оценку теплового режима почв. Окончательные оценочные баллы хорошо коррелируют с урожайностью зерновых культур, размещённых на оцениваемых объектах. Это указывает на то, что у метода есть потенциал для возможной оценки почв в глобальном масштабе. Безусловно, схема оценки нуждается в дальнейшем развитии и совершенствовании, что на наш взгляд осуществляется путём проверки и корректировки пороговых значений индикаторов.

В этой системе разработаны также методы визуальной оценки, которые представляют собой инструменты для диагностики изменений свойств почв, вызванных способом их использования. Поэтому, по нашему мнению, у метода также есть потенциал, для использования его как инструмента мониторинга качества почв сельскохозяйственных угодий. Чтобы обеспечить надёжную таксономическую и функциональную диагностику оцениваемых объектов и сопос-

тавимость результатов оценки в глобальном контексте, мы рекомендуем использовать Muncheberger Soil Quality Rating System (M-SQR) в комбинации с интернациональной почвенной классификацией WRB [6].

В настоящее время пока невозможно составление среднемасштабных карт по результатам оценки качества почв. Для успешного проведения пространственной оценки должны быть найдены соответствующие параметры и экстраполяционные функции. В региональном и глобальном масштабе данные по индикаторам M-SQR для репрезентативных профилей возможно объединить с легендой почвенной карты. Соответствующие картографические данные для России, Казахстана и Германии уже имеются в наличии [17, 18, 19]. Дополнительные параметры для оценки, такие как угроза засухи (засушливость) или температурный режим почв, могут быть получены из гомогенных климатических банков данных, например таких как Loc_Clim 1.10 [7]. Эти принципы позволят создавать новые, существенно улучшенные карты почвенных функций с легендами, переводимыми из одного картографического масштаба в другой. Привлечение пространственно привязанных данных, например аэро- и космических снимков, также повысит точность сделанных на основе M-SQR оценочных карт качества почв.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Lal R. Soils and food sufficiency. A review // *Agron. Sustain. Dev.* 2009. Vol.29. № 1. P. 113–133.
2. Докучаев В.В. Избранные сочинения. Т. VI. М.–Л. 1951. 515 с.
3. Suleimenov, M., Oram, P. Trends in feed, livestock production, and rangelands during the transition period in three Central Asian countries // *Food Policy*. 2000. Vol.25. P. 681–700.
4. Mueller L., Schindler U., Mirschel W., Shepherd T.G., Ball B.C., Helming K., Rogasik J., Eulenstein F., Wiggering H. Assessing the productivity function of soils. A review. // *Agron. Sustain. Dev.* 2010. Vol.30. №3. S. 601–614. <http://www.agronomy-journal.org/index.php?option=article&access=doi&doi=10.1051/agro/2009057>

5. Mueller L., Schindler U., Behrendt A., Eulenstein F., Dannowski R. Das Muencheberger Soil Quality Rating (SQR): ein einfaches Verfahren zur Bewertung der Eignung von Boeden als Farmland // Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft. 2007. 110(2). S. 515-516.
6. World Reference Base for Soil Resources. A Framework for International Classification, Correlation and Communication. FAO. Rome. 2006. World Soil Resources Reports 103. 145 p.
7. FAO, 2006. New_LocClim 1.10. Local Climate Estimator. Download-Adresse: ftp://193.43.36.131/SD/Reserved/Agromet/New_LocClim/New_LocClim_V1.10_20060919.zip
8. Классификация и диагностика почв СССР. М.: Колос. 1977. 223 с.
9. AG-Boden, Bodenkundliche Kartieranleitung. Hannover, 2005. 438 S.
10. Suleimenov M., Kaskarbayev Z., Chirkov E., Kenzhebekov A., Dvurechenskiy V., Kudaibergenov g., Khramtsov I. Towards Minimum and Zero Tillage in Fallow-Grains Production Systems in Three Ecoregions of Kasakhstan and Siberia // ISTRO 18th Triennial Conference Proceedings June 15-19. 2009. Izmir – Turkey. T1-002. P. 1-6.
11. Meinel T. Die geoökologischen Folgewirkungen der Steppenumbrüche in den 50-er Jahren in Westsibirien // Diss. Halle 2002. Online: <http://sundoc.bibliothek.uni-halle.de/diss-online/02/03H082/t1.pdf>
12. Suleimenov M., Akhmetov K., Kaskarbayev Z., Kireyev A., Martynova L., Medeubayev R. Role of wheat in diversified cropping systems in dryland agriculture of Central Asia // Turk. J. Agric For 29. 2005. P. 143-150.
13. Karbozova-Salnikova E., Funakawa S., Akhmetov K., Kosaki T. Soil organic matter status of Chernozem soil in North Kazakhstan: effects of summer fallow // Soil Biology & Biochemistry. 2004. № 36. P. 1373-1381.
14. Körschens M., Altermann M., Merbach I., Rinklebe J. Böden als unsere Lebensgrundlage. Schwarzerde ist der Boden des Jahres 2005. Online: http://eussoils.jrc.ec.europa.eu/esdb_archive/eussoils_docs/Various/2005_Schwarzerde/A_Texte_Exponate/4_FESTVORTRAG.pdf
15. Meyer B.C., Schreiner V., Smolentseva E.N., Smolentsev B.A. Indicators of Desertification in the Kulunda steppe in the south of Western Siberia // Archives of Agronomy and Soil Science. 2008. Vol. 54. N 6. P. 585-603.
16. Mueller L., Schindler U., Behrendt A., Eulenstein F., Dannowski R., Schlindwein S.L, Shepherd T.G., Smolentseva E., Rogasik J. The Muencheberg Soil Quality Rating (SQR) - field manual for detecting and assesing properties and limitations of soil for cropping and grazing. 2007. Online: http://www.zalf.de/home_zalf/institute/lwh/lwh_e/mitarbeiter/mueller_l/pdf/field_mueller.pdf
17. Stolbovoi V. and Savin I. Maps of soil characteristics // Stolbovoi V. and I. McCallum. 2002. CD-ROM Land Resources of Russia. Laxenburg. Austria: International Institute for Applied Systems Analysis and the Russian Academy of Science. CD-ROM. Distributed by the National Snow and Ice Data Center/World Data Center for Glaciology. Boulder.
18. Pachikin K., Erokhina O., Funakawa S. Properties and distribution pattern of soils in Kazakhstan // Pedologist. 2009. Vol. 53. №1. P. 30-37.
19. Richter A., Hennings V., Müller L. Anwendung des Müncheberger Soil Quality Ratings(SQR) auf bodenkundliche Grundlagenkarten // Jahrestagung der DBG :Böden - eine endliche Ressource. Kommission VIII. Bonn. Oldenburg (Deutsche Bodenkundliche Gesellschaft). 2009. S. 1-4.

БЛАГОДАРНОСТЬ

Полевые исследования в России были организованы: в Новосибирской области (НСО) сотрудниками ИПА СО РАН к.б.н. Смоленцевым Б.А., д.б.н. Танасиенко А.А. и д.б.н. Сысо А.И; в Московской области д.б.н. Романенковым В.А., к.б.н. В. Варламовым - директором Центральной опытной станции ВНИИА (Барыбино), поддержавшим работу в пункте Шебанцево. В Краснообске (НСО) обеспечивал полевые работы, а также предоставил данные экспериментов д.б.н. профессор, Шарков И.Н., зам. директора по научной работе ГНУ СибНИИЗХим СО Россельхозакадемии. Полевые работы на Бесагашской экспериментальной станции сопровождал сотрудник Казахского НИИ водного хозяйства к.т.н. А.А. Калашников. В Германии полевая оценка и расчёт баллов были сделаны совместно с управляющими научно-исследовательских станций Деделов и Мюнхеберг, при участии местных фермеров и руководителей полевых экспериментов. Оказали большую поддержку также д-р Г. Верх (Деделов) и д-р Д. Баркуски. Авторы выражают искреннюю благодарность всем вышеназванным партнерам за помощь и сотрудничество.

Работа проводилась при финансовой поддержке междисциплинарного проекта президиума РАН № 14/16 и гранта 05/07 федерального министерства питания, сельского хозяйства и защиты прав потребителей Германии (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV)).

ТҮЙІН

Жұмыстың мақсаты ірі аймақтардың агроландшафтарының топырақтары сапасының индикаторларын квантификациялау болды. Ол үшін Ресей, Қазақстан және Германиядағы сынақ алаңдарынан катендер және жеке топырақ кескіндері алынды. Топырақтың сапасы және потенциалдық өнімділік топырақ рейтингісінің Мюнхеберг жүйесі (Müncheberger Soil Quality Rating (M-SQR)) бойынша бағаланды. Алынған нәтижелер аталған елдердегі агроландшафтарда топырақ функцияларын бағалау үшін жергілікті су балансының компоненттері және құрғақшылық (құрғақшылық қаупі) шешуші болып табылатындығын көрсетті. Баллмен бағалау нәтижелері және астық дақылдарының өнімділігі арасында тығыз байланыс бар екендігі анықталды. Сонымен топырақ сапасын бағалаудың және потенциалдық өнімділіктің әртүрді масштабын қамту үшін M-SQR әдісінің жарамдылығы расталды. Демек, бұл әдіс, бірегей әдістемелік негізде Еуразияның топырақтарының функционалдығының картасын жасау үшін де жарамды.

SUMMARY

Aim of the paper was the quantification of soil quality indicator in rural landscapes over large regions. For this purpose, representative soil catenas and single soil pits were dug, analysed and classified on test sites in Russia, Kazakhstan and Germany. Soil quality and crop yield potentials were assessed by using the method of the Muencheberg Soil Quality Rating (M-SQR). Results show that the estimation of all components of the site-specific water balance and drought risk assessment are key for the evaluation of soil functions in agricultural landscapes. We found close correlations between the overall soil quality rating score and grain yields of cereals. The suitability of the M-SQR approach for the assessment of soil quality and crop yield potentials consistently over spatial scales has been confirmed. We may conclude that our approach has potential for the creation of soil function maps of Eurasia based of a uniform methodology.