

УДК 631.4

ОЦЕНКА ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ СВОЙСТВ ПОЧВ КЛЮЧЕВОГО УЧАСТКА «ВАСИЛЬКОВО»

О.А. Анциферова

ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет»,
Россия, 236022, г. Калининград, Советский проспект, 1
E-mail: anciferova@inbox.ru

Представлены результаты изучения пестроты агрохимических свойств почв на пахотном поле. Причинами сильной пространственной изменчивости свойств являются сложный почвенный покров, неоднородный рельеф и литологические условия.

агрохимические свойства, дерново-подзолистые почвы, дерново-глеевые почвы

ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетия ведущими агрохимиками страны разрабатывается концепция точного земледелия, основанная на установлении варьирования свойств почв в пределах каждого почвенного ареала для оптимизации агротехники возделывания сельскохозяйственных культур и сокращения потерь урожая [1-2]. В настоящее время в Калининградской области нет официальных данных по структуре почвенного покрова полей. Также весьма актуальной является крайне мало исследованная в области проблема варьирования (пестроты) свойств почв в пределах отдельных почвенных ареалов. Цель работы – установление степени варьирования свойств почв в условиях сложного почвенного покрова.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились на ключевом участке «Васильково» в пределах пахотного поля, принадлежащего ЗАО «Водстрой» Гурьевского района. С целью детальной оценки почвенных условий закладывали почвенные разрезы, применяли бурение до глубины 1 м с отбором образцов по горизонтам. Для изучения пестроты агрохимических свойств образцы (пробы) отбирали с каждого почвенного ареала в 10 - 11-кратной повторности. В образцах определяли: рН_{KCl} – потенциометрически, гумус по Тюрину в модификации Симакова, сумму обменных оснований трилометрическим методом, гидrolитическую кислотность по Каппену, обменные ионы алюминия и водорода по Соколову и Дайкухару; подвижные соединения фосфора и обменный калий по Кирсанову [3-4]. Статистическую обработку данных проводили с использованием программы Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Почвенный покров поля является неоднородным и контрастным. Вершины холмов занимают окультуренные дерново-подзолистые почвы, иногда глубоко

слабо оглеенные ($P^D_{л}$). В верхней части склонов крутизной до 3^0 сформировались слабосмытые слабogleеватые дерново-подзолистые легкосуглинистые ($P^{D^2}_{л^{\downarrow}}$), местами супесчаные почвы. В средней части склонов почвы глееватые ($P^{D^2}_{л}$), а в нижних частях склонов – глеевые ($P^{DG}_{л}$). В понижениях встречаются дерново-глеевые почвы ($D^T_{с}$) на карбонатной морене. Склоны и понижения осушены закрытой системой дренажа со сбросом вод в открытые каналы. Признаков переувлажнения не наблюдается.

Пестроту (варьирование) агрохимических свойств пахотного горизонта изучали на контуре площадью 10 га в южной части поля с таким расчетом, чтобы охватить максимальное разнообразие почв. Результаты отражены в табл. 1 – 4.

Степень варьирования того или иного агрохимического показателя в пространстве мы определяли на основании стандартных оценочных групп, принятых в системе агрохимической службы [5]. Помимо определения среднего значения для каждого свойства мы оценили, какая из агрохимических групп преобладает внутри каждой почвы.

Если показатели укладываются в одну оценочную группу, то пестрота слабая, если в две соседних – умеренная, если разброс показателей наблюдается в пределах трех групп, то пестрота повышенная, четырех групп – сильная пестрота.

pH_{KCl} . На вершине, верхних частях эродированных склонов и в микрозападинах преобладают сильнокислые почвы. Максимальное варьирование pH_{KCl} в микрозападинах на вершине и склонах: разброс показателей по трем группам от очень сильнокислых до среднекислых. Пестрота в $P^D_{л}$ и $P^{D^2}_{л^{\downarrow}}$ укладывается в две соседние группы (сильнокислые и среднекислые). Пестрота внутри ареалов неэродированных почв склонов возрастает, особенно в глеевых почвах, где начинает проявляться влияние карбонатного геохимического барьера по мере приближения к дерново-глеевым почвам. В глееватых почвах преобладают сильнокислые значения pH_{KCl} , хотя среднее значение входит в группу среднекислых - 4,6. Минимальная пестрота по величине pH_{KCl} в дерново-глеевых почвах, так как все они относятся к группе нейтральных.

Сравнивая почвы между собой, получаем картину крайней пестроты по уровню pH_{KCl} : от очень сильнокислых до нейтральных. Выделяются три группы почв, различия между которыми достоверны с вероятностью 95 %: 1) почвы вершин и склонов (различия по уровню pH_{KCl} недостоверны между $P^D_{л}$, $P^{D^2}_{л^{\downarrow}}$, $P^{D^2}_{у^{\downarrow}}$, $P^{D^2}_{л}$); 2) глеевые почвы склонов; 3) дерново-глеевые почвы. Причиной пестроты между почвами являются геоморфологические и литологические факторы на фоне длительно не проводившегося известкования. Закономерное увеличение pH наблюдается от автоморфных почв к дерново-глеевым, отражая направление движения геохимических потоков и интенсивность выщелачивания. Почвы вершин и склонов требуют известкования.

Обменный алюминий. Обменный алюминий при высоких концентрациях в кислых почвах является токсичным для сельскохозяйственных растений, что приводит к снижению количества и качества урожая. Анализ показывает, что в пахотном горизонте кислых почв участка «Васильково» обменная кислотность обусловлена в основном алюминием в почвах вершин, верхних и средних частей склонов (табл. 2).

В почвах вершин обнаружена высокая пестрота по содержанию обменного алюминия. Большое его количество содержится в почвах эродированных склонов вследствие их более высокой кислотности и низкого содержания гумуса.

Таблица 1. Статистические показатели варьирования уровня кислотности пахотного слоя (0 - 20 см)

Table 1. Statistic indexes of variety level acidity in arable layer (0 - 20 см)

Почва	Рельеф	n	X	m	σ	V	Min/max	Преобладающая группа	
								название	процент участия
pH_{КСI}									
П ^Д _л	Вершины	11	4,5	0,09	0,27	6,0	4,2/5,0	Сильнокислые*	63,6
П ^{Д²} _{л[↓]} · П ^{Д²} _{у[↓]}	Склоны	11	4,2	0,05	0,18	4,3	4,0/4,5	Сильнокислые	63,6
П ^{Д²} _л	Микрозападины	10	4,2	0,15	0,49	11,7	3,8/4,8	Сильнокислые	60,0
П ^{Д²} _л	Склоны	11	4,6	0,12	0,38	8,3	4,3/5,2	Сильнокислые	63,6
П ^{Д^П} _л	Низ склонов	10	5,5	0,13	0,42	7,6	5,0/6,0	Близкие к нейтральным	60,0
Д ^Г _с	Понижение	10	6,2	0,04	0,13	2,1	6,1/6,5	Нейтральные	100,0
Гидролитическая кислотность, мг·экв на 100 г.									
П ^Д _л	Вершины	10	4,9	0,3	1,0	20,4	3,9/6,5	Группа 3*	40,0
П ^{Д²} _{л[↓]} · П ^{Д²} _{у[↓]}	Склоны	10	6,5	0,4	1,3	20,0	4,9/7,9	Группа 1	40,0
П ^{Д²} _л	Микрозападины	10	7,4	1,0	3,2	43,2	3,7/10,9	Группа 1	40,0
П ^{Д²} _л	Склоны	10	5,3	0,3	1,1	20,7	3,9/6,7	Группа 2	40,0
П ^{Д^П} _л	Низ склонов	10	3,5	0,2	0,5	14,3	2,9/4,2	Группа 4	60,0
Д ^Г _с	Понижение	10	0,6	Менее 0,1**	0,2	33,3	0,3/0,8	Группа 6	100,0

Примечания: n – объем выборки; X – среднее арифметическое; m – ошибка среднего арифметического; σ – стандартное отклонение; V – коэффициент вариации, %; min/max – минимальное и максимальное значения в выборке (размах варьирования); * - согласно рекомендованным группировкам [5, с. 188]; ** - 0,06. Размерность приведена в расчете на абсолютно сухую почву.

Увеличение pH_{KCl} в дерново-подзолистых глеевых почвах сопровождается снижением обменного алюминия; доля его участия в кислотности становится равной обменному водороду. Между уровнем pH_{KCl} и обменным алюминием в почвах ключевого участка наблюдается тесная прямолинейная корреляция ($r = -0,79$). Максимальное количество обменного алюминия обнаружено в глееватых почвах микрозападин и ложбинок на вершине и склонах: 20,5-42,3 мг/100 г при pH_{KCl} 4,0-3,8.

Таблица 2. Содержание обменных ионов алюминия и водорода в пахотном горизонте (n = 40)

Table 2. Content exchange ions of aluminum and hydrogenous in arable layer (n = 40)

Почва	Рельеф	$H^+ + Al^{3+}$	H^+	Al^{3+}	Al^{3+} , мг/100 г	Al^{3+} / H^+
		мг·экв на 100 г почвы				
$P^{Дл}$	Вершины	0,30 - 1,18	0,08 - 0,14	0,20 - 1,04	1,80 - 9,36	2,0 - 7,4
$P^{Д^2л↓}$	Склоны	1,90 - 2,52	0,12 - 0,17	1,78 - 2,35	16,02 – 21,15	12,2 - 14,8
$P^{Д^2л}$	Склоны	0,24 - 0,75	0,08 - 0,10	0,14 - 0,65	1,26 - 5,85	1,4 - 7,4
$P^{Дгс}$	Низ склонов	0,15 - 0,16	0,07 - 0,08	0,08	0,72	1,0 - 1,1

Гидролитическая кислотность. В рекомендованной шкале шаг между группами составляет единицу [4, с. 188]. В проанализированных образцах с вершин, склонов и из микрозападин разброс величины гидролитической кислотности оказался настолько большим, что в выборках не выделялось однозначно преобладающей группы. По этому показателю пестрота в $P^{Дл}$, $P^{Д^2л↓}$, $P^{Д^2у↓}$, $P^{Д^2л}$ характеризуется как очень сильная. Вариабельность гидролитической кислотности связана с пространственной микронеоднородностью содержания ила и гумуса в почвах. Надо отметить, что при вспашке частично был затронут горизонт «В» залежных почв. Он имеет более тяжелый гранулометрический состав, что усиливает пестроту по величине гидролитической кислотности.

Сумма обменных (поглощенных) оснований. В рекомендованной оценочной шкале шаг между соседними группами 5 мг·экв., а в 5-й группе - 10 мг·экв [4, с. 188]. Количество обменных оснований в пахотном слое зависит от целого ряда особенностей: уровня pH, емкости катионного обмена, количества гумуса, физической глины, водного режима, химизма пород, давности известкования. Так как почвы вершин и склонов кислые, то количество обменных оснований в них очень низкое и низкое (табл. 3). Максимальное количество оснований отмечено для дерново-глеевой почвы при тесной корреляции между гумусом и обменными Ca^{2+} , Mg^{2+} ($r = 0,81$). При этом содержание обменных оснований варьирует от повышенного до очень высокого.

Оценивая поле в целом, заключаем, что пестрота по содержанию обменных оснований очень сильная. Различия достоверны между группами почв: 1) $P^{Дл}$, $P^{Д^2л}$; 2) $P^{Д^2л↓}$ · $P^{Д^2у↓}$; 3) $P^{Дгс}$; 4) $D^{гс}$.

Гумус. На вершине и в микрозападинах наблюдается незначительное варьирование содержания гумуса в границах «низкое» и «среднее». Все почвы эродированных склонов имеют низкое количество гумуса. На склонах с глееватыми неэродированными почвами разброс варьирует от низкого до

повышенного. В P^{DG} выражена тенденция в сторону увеличения количества гумуса по мере приближения к ареалу D^G . Максимальные коэффициенты вариации по содержанию гумуса в дерново-глеевой почве объясняются генетическими причинами: в направлении к центральной части ЭПА возрастает количество гумуса в пахотном слое. По-видимому, до осушения и распашки в центре ареала верхний горизонт являлся перегнойным (содержание гумуса более 10-15 %). Земледельческое освоение привело к минерализации гумуса, и в настоящее время встречаемость участков с содержанием гумуса более 10 % не превышает 20 % случаев. Таким образом, распределение гумуса в ареалах P^{DG} и D^G можно назвать концентрическим, с нарастанием по уклону поверхности. В остальных ареалах распределение гумуса равномерное со слабым варьированием.

В пределах поля пестрота по содержанию гумуса оценивается как очень сильная. Различия на 5%-ном уровне значимости достоверны между большинством групп почв. Для пары $P^{Dл}$ - $P^{Dл^↓}$ $НСР_{05}$ равно 0,13; для $P^{Dл}$ и P^{DG} - 0,31. Недостоверны различия только между автоморфными почвами вершины и глееватыми - склонов и микрозападин.

Подвижные фосфаты. Высокие коэффициенты вариации, особенно на вершине и склонах, указывают на значительную пространственную пестроту. Разброс показателей внутри отдельных почв находится в рамках трех оценочных групп. Если рассматривать поле в целом, то пестрота очень сильная, так как встречаются участки, содержание фосфора на которых охватывает почти все группы от низкого до очень высокого (табл. 4). Статистический анализ показал, что различия достоверны между тремя группами почв: 1) $P^{Dл}$, $P^{Dл^↓}$, $P^{Dл}$ (микрозападины); 2) $P^{Dл}$ (склоны), P^{DG} ; 3) D^G . Так, различия между P^{DG} и D^G достоверны с $НСР_{05}$ 74 мг/кг, а для $P^{Dл}$ и D^G $НСР_{05}$ равно 47 мг/кг. Закономерность в распределении подвижных фосфатов в пахотном горизонте отражает направление геохимических потоков: количество увеличивается от почв вершин и верхних частей склонов к дерново-глеевым почвам понижений.

Обменный калий. Разброс показателей внутри отдельных почв укладывается в рамках двух групп («повышенное – высокое» или «высокое – очень высокое»). Максимальная вариабельность обнаружена в почвах вершин. На поле преобладают почвы с повышенным содержанием обменного калия, за исключением микрозападин на вершинах и склонах, куда под влиянием поверхностного латерального стока мигрируют ионы калия. Пространственное распределение обменного калия имеет тренд к уменьшению содержания от повышений к понижениям. Однако различия достоверны только между $P^{Dл}$ и D^G ($НСР_{05}=54,1$ мг/кг); $P^{Dл}$ микрозападин и D^G ($НСР_{05}=25,9$ мг/кг). Предполагаем, что в условиях кислых почв вершин и склонов биогенное поглощение калия культурами ослаблено. Поэтому он находится в обменном состоянии в ППК или мигрирует с латеральным стоком. В глеевых почвах ввиду оптимальных или близких к ним агрохимических условий калий интенсивно поглощается сельскохозяйственными культурами. Особенно это касается дерново-глеевых почв, где биогенный вынос калия преобладает в связи с высокой продуктивностью данных почв (до 7 т/га озимой пшеницы).

Таблица 3. Статистические показатели варьирования количества гумуса и обменных оснований в пахотном слое (0-20 см)
 Table 3. Statistic indexes variety quantity of humus and exchange bases in arable layer

Почва	Рельеф	n	X	m	σ	V	Min/max	Преобладающая группа	
								название	процент участия
Гумус, %									
П ^Д _л	Вершины	11	2,14	0,05	0,16	7,7	1,89/2,33	Среднее*	72,7
П ^{Д₂} _{л[↓]} · П ^{Д₂} _{у[↓]}	Склоны	10	1,87	0,04	0,14	7,5	1,66/2,00	Низкое	100,0
П ^{Д₂} _л	Микрозападины	10	2,01	0,06	0,20	9,9	1,75/2,20	Низкое и среднее	50,0
П ^{Д₂} _л	Склоны	10	2,27	0,12	0,37	16,3	1,92/3,21	Среднее	50,0
П ^{Д₁} _с	Низ склонов	10	2,73	0,14	0,43	15,7	2,56/3,21	Среднее и повышенное	50,0
Д ¹ _с	Понижение	10	7,92	0,55	1,73	21,8	5,65/10,36	Высокое	100,0
Обменные основания, мг·экв. на 100 г									
П ^Д _л	Вершины	10	4,5	0,8	2,6	57,8	2,2/9,0	Очень низкое	80,0
П ^{Д₂} _{л[↓]} · П ^{Д₂} _{у[↓]}	Склоны	10	2,8	0,1	0,3	10,7	2,2/3,0	Очень низкое	100,0
П ^{Д₂} _л	Микрозападины	10	5,4	0,6	2,0	37,0	5,5/7,2	Низкое	80,0
П ^{Д₂} _л	Склоны	10	5,9	0,8	2,7	45,8	3,0/10,2	Низкое	80,0
П ^{Д₁} _с	Низ склонов	10	11,1	1,0	3,3	29,7	6,9/14,3	Среднее	70,0
Д ¹ _с	Понижение	10	29,6	2,9	9,1	30,7	19,9/44,6	Высокое	80,0

* - по шкале Агрохимической службы [6].

Таблица 4. Статистические показатели варьирования содержания подвижных фосфатов и обменного калия в пахотном слое (0-20 см)

Table 4. Statistic indexes variety content of available phosphorus and potassium in arable layer (0 - 20 sm)

Почва	Рельеф	n	X	m	σ	V	Min/max	Преобладающая группа	
								название	процент участия
Подвижные фосфаты (P₂O₅), мг/кг									
П ^Д _л	Вершины	10	99,2	13,1	41,6	41,9	42/147	Среднее	50,0
П ^{Д₂} _{л[↓]} · П ^{Д₂} _{у[↓]}	Склоны	11	119,4	17,7	56,0	46,9	72/188	Среднее	63,6
П ^{Д₂} _л	Микрозападины	10	110,3	23,7	75,2	68,2	60/198	Среднее	60,0
П ^{Д₂} _л	Склоны	10	169,3	26,9	85,2	58,9	66/312	Повышенное	50,0
П ^{Д₁} _с	Низ склонов	10	200,7	31,1	98,4	49,0	128/315	Повышенное	50,0
Д ¹ _с	Понижение	10	279,0	16,5	52,2	18,7	224/342	Очень высокое	70,0
Обменный калий (K₂O), мг/кг									
П ^Д _л	Вершины	10	203,0	24,0	76,0	37,4	134/337	Повышенное	50,0
П ^{Д₂} _{л[↓]} · П ^{Д₂} _{у[↓]}	Склоны	11	156,2	13,5	42,8	27,4	134/200	Повышенное	63,6
П ^{Д₂} _л	Микрозападины	10	237,7	5,9	18,7	7,9	224/259	Высокое	80,0
П ^{Д₂} _л	Склоны	10	158,3	10,3	32,6	20,6	130/194	Повышенное	80,0
П ^{Д₁} _с	Низ склонов	10	156,0	7,7	74,4	15,6	130/250	Повышенное	80,0
Д ¹ _с	Понижение	10	138,5	11,3	35,9	25,9	88/168	Повышенное	80,0

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований установлена высокая степень пространственной изменчивости агрохимических свойств почв пахотного горизонта. Причинами этого являются: 1) геоморфологические и литологические факторы; 2) исходно контрастный почвенный покров поля; 3) длительно не проводившееся известкование. Вследствие пестроты свойств почв наблюдали сильную неоднородность урожайности сельскохозяйственных культур.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Якушев, В.П. На пути к точному земледелию / В.П. Якушев. – СПб., 2002. - 458 с.
2. Сычев, В.Г. Агрохимические факторы координатного земледелия / В.Г. Сычев, Р.А. Афанасьев // Плодородие. - 2005. - № 6. - С. 29-32.
3. Воробьева, Л.А. Химический анализ почв / Л.А. Воробьева. – М.: Изд-во МГУ, 1998. – 272 с.
4. Практикум по агрохимии / под ред. В.В. Кидина. – М.: КолосС, 2008. – 599 с.
5. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. – М.: Росинформагротех, 2003. – 240 с.
6. Панасин, В.И. Агрохимическая характеристика почв Калининградской области / В.И. Панасин, В.Д. Слобожанинова, С.И. Новикова. – Калининград, 1997. – 79 с.

ESTIMATION OF AREA VARIETY PROPERTIES IN SOILS AT LOT «VASILKOVO»

O.A. Antsiferova

The results investigations of variety agrochemical properties in soils on arable field are presented. The complex soil cover, relief and litological conditions is cause this phenomenon.

agrochemical properties, soddy podzolic soils, soddy gley soils

Анциферова Ольга Алексеевна, к.с.-хоз.н., доцент, ФГБОУ ВПО
«Калининградский государственный технический университет», 236022, Россия,
г. Калининград, Советский проспект, 1; тел. служ.: 219-901; E-mail:
anciferova@inbox.ru

Antsiferova Olga, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Kaliningrad
State Technical University, Russia, 236022, Kaliningrad, Sovietsky prospect, 1; office
phone: 219-901; E-mail: anciferova@inbox.ru