

УДК 631.445.4:631.413.5:631.67

ДИНАМИКА ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЧЕРНОЗЕМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ПОЛИВА КАРТОФЕЛЯ

М. С. СИУХИНА, И. С. КАУРИЧЕВ

(Кафедра почвоведения)

Рассматриваются результаты исследований влияния различных способов орошения картофеля на влажность почвы, Eh, содержание окисного и закисного железа, нитратного и аммонийного азота в черноземе выщелоченном центральной лесостепи Приобья. Установлено, что окислительно-восстановительные процессы тесно связаны с погодными условиями и спецификой полива.

В литературе накоплены данные об изменении окислительно-восстановительного (ОВ) состояния черноземов различных регионов в зависимости от условий их сельскохозяйственного использования. Обобщенный экспериментальный материал представлен в работах [4, 10, 12]. Однако динамика ОВ процессов черноземных почв при различных способах полива сельскохозяйственных культур недостаточно изучена.

Большая часть орошаемых земель Сибири представлена черноземами. Опыт их ирригации невелик, и многие вопросы, касающиеся «поведения» черноземов при орошении, еще не совсем ясны. Подача значительного количества воды при поливах приводит к изменению водного, теплового, солевого и биохимического режимов черноземов [6]. Полив оказывает влияние на ход ОВ процессов, так как увлажнение является одним из главных факторов, определяющих их интенсивность. В связи с этим необходимо исследовать ОВ условия орошаемых черноземов с целью разработки приемов оптимизации их ОВ режима. Нами изучалось влияние различных способов полива картофеля на ОВ режим чернозема выщелоченного.

Методика

Исследования проводили в 1983—1986 гг. в учхозе «Тулинское» Новосибирского сельскохозяйственного института на орошаемом участке чернозема средневыщелоченного маломощного малогумусного тяжелосуглинистого (табл. 1).

При анализе структуры почвы в слое 0—10 см установлено преобладание глыбистой фракции (72 %), с глубиной количе-

ство глыб уменьшается и возрастает количество мелких агрегатов. Незначительное содержание водопрочных агрегатов в пахотном слое (20—28 %) указывает на склонность черноземов к заплыванию.

Динамику ОВ процессов изучали при поливе по бороздам, дождеванием и на неорошаемом участке. Eh измеряли стандартным рН-метром, платиновыми элект-

Т а б л и ц а 1

Характеристика почвы

Глубина слоя, см	Максимальная гигроскопичность, %	РНвод	Гумус, %	Обменные катионы, мэкв/100 г		Содержание физической глины, %	Водопрочность агрегатов, %	Плотность, г/см ³ *
				Ca ²⁺	Mg ²⁺			
0—15	7,46	6,86	4,17	18,30	2,44	47,93	20,8	1,21
15—30	7,01	7,13	4,18	18,54	3,56	47,91	28,2	1,24
30—40	6,15	7,25	0,97	18,07	2,68	46,50	43,5	1,30
60—70	7,08	7,40	0,61	15,53	1,61	47,65	Не опр.	1,35
140—150	5,27	8,37				40,87		

родами в паре с насыщенным каломельным электродом перед поливом, через 1, 5 и 10 сут после полива. Параллельно с Eh определяли рН и температуру почвы на глубине погружения электродов. В свежих образцах устанавливали влажность почвы, содержание окисного и закисного железа в вытяжке 1 н. H_2SO_4 колориметрически с α - α' -дипиридиллом, нитратного азота — колориметрически с дисульфифеноловой кислотой, аммонийного — с реактивом Несслера; в поливных водах — содержание растворенного кислорода по Винклеру.

Гидротермические условия в годы исследований сильно различались. С их учетом устанавливали необходимость дополнительного увлажнения, нормы и сроки поливов. 1983 год можно характеризовать как засушливый (ГТК 0,75). В течение вегетации провели два полива, норма каждого 300 м³/га. 1986 год был влажным и прохладным (ГТК 1,5). За вегетацию провели один полив нормой 300 м³/га. Сроки полива устанавливали по влажности почвы (снижение до 70 % НВ), увлажняли почву до уровня НВ.

Результаты

О преимуществе того или иного способа полива судят по соотношению в почве влаги и воздуха после полива. Состояние увлажнения и аэрации почв, а также содержание в них органического вещества и температура, при которой протекают биохимические реакции, определяют интенсивность и направленность ОВ процессов. Суммарный эффект разнообразных ОВ систем почвы в данный момент может быть охарактеризован значением Eh.

По мере прогревания и подсыхания почвы неорошаемого участка значение Eh увеличивается до 550—600 мВ в верхних слоях. Высокие показатели Eh в какой-то мере обусловлены недостаточным увлажнением чернозема, за весь период наблюдений влажность почвы была ниже НВ (8—18 %). На глубине 50—60 см, где мало органического вещества и замедлены многие биохимические процессы, динамика ОВ процессов слабее выражена, Eh увеличивается на 70—110 мВ.

Первый полив в 1983 г. провели в фазу бутонизации картофеля — 9 июля. При поливе по бороздам через сутки значение Eh в верхнем слое снизилось на 30—50 мВ (табл. 2), при дождевании — на 50—70 мВ, глубже 40 см, где влажность после полива изменялась очень незначительно, ОВ процессы были более стабильны, поэтому существенных различий в величине Eh не отмечено. Наиболее динамично ОВ состояние верхних, богатых гумусом горизонтов. Заметное уменьшение Eh при поливе дождеванием обусловлено слабой оструктуренностью и склонностью черноземов Приобья к заплыванию и образованию корки, которая препятствует газообмену между почвенным и атмосферным воздухом. Высокие значения Eh при поливе по бороздам можно объяснить, очевидно, спецификой полива — нарезкой борозд перед поливом и последующим их заравниванием, что способствует лучшей аэрации почвы. На 5-е сутки после полива значение Eh увеличивалось при дождевании и несколько снизилось при поливе по бороздам. Затем наметилась тенденция к увеличению Eh, на 10-е сутки его значения приблизились к исходным (до полива). Наблюдается сложная зависимость между температурой и влажностью почвы, с одной стороны, и ОВ процессами, с другой. Просыхание влажной почвы (влажность уменьшилась на 7—9 %) способствует лучшей аэрации и обогащению ее кислородом, одновременное повышение температуры почвы на 5—7 °С приводит к активизации микробиологических процессов, в результате увеличиваются потребление кислорода и выделение восстановленных продуктов в почву, поэтому уменьшение влажности не всегда сопровождается увеличением Eh.

В результате 2-го полива, который был проведен 5 августа, Eh несколько снизилось, что, вероятно, обусловлено поступлением в верхние горизонты почвы с оросительной водой растворенного кислорода, содержание которого в поливной воде составило 8,5 мг/л. На 10-е сутки значения Eh увеличились. В дальнейшем они оставались довольно высокими и стабильными во всех вариантах, особенно в верхнем (0—10 см), быстро просыхающем слое. Абсолютные значения Eh при орошении были несколько ниже (на 30—70 мВ), чем на неорошаемом участке. Более благоприятные ОВ условия складывались при поливе по бороздам.

Динамика температуры, влажности, Eh и содержания подвижного железа в почве после полива в 1983 г.

Глубина слоя, см	1 сут					5 сут					10 сут				
	t, °C	W, %	Eh, мВ	Fe ³⁺	Fe ²⁺	t, °C	W, %	Eh, мВ	Fe ³⁺	Fe ²⁺	t, °C	W, %	Eh, мВ	Fe ³⁺	Fe ²⁺
				мг/100 г					мг/100 г					мг/100 г	
1-й полив															
контроль (без полива)															
0—10	20,0	17,9	497	129	11,0	25,0	8,8	600	144,3	11,0	26,0	8,6	608	145,5	6,5
10—20	20,0	16,3	490	117	10,7	23,3	8,5	560	153,1	10,3	23,0	8,9	574	156,5	7,7
20—30	19,0	16,3	500	115	11,3	22,0	8,7	550	174,8	10,0	21,5	8,8	506	173,8	7,7
30—40	18,5	14,9	493	107	11,4	21,8	8,7	540	176,7	10,8	21,0	9,6	547	176,7	5,5
40—50	17,0	14,3	409	102	11,2	20,0	8,9	510	166,1	10,2	20,0	9,7	517	166,1	6,2
50—60	16,8	13,9	410	101,7	11,4	18,8	9,0	498	167,6	6,0	19,0	8,8	508	182,3	6,1
дождевание															
0—10	18,0	21,8	490	49,4	7,6	23,0	17,6	505	99,3	7,8	25,0	15,0	511	142,6	5,6
10—20	18,0	22,0	476	52,8	7,5	22,0	18,8	495	118,2	10,5	22,5	18,3	507	146,8	6,6
20—30	17,0	20,2	486	60,8	7,9	21,0	18,0	488	100,6	8,1	21,0	18,6	507	152,4	6,6
30—40	16,5	15,4	500	79,8	7,8	20,5	15,3	474	152,1	12,5	19,8	15,1	487	184,1	6,2
40—50	16,5	13,6	480	94,9	7,9	18,0	14,6	469	192,1	6,5	18,8	13,2	477	204,6	5,5
50—60	16,0	14,9	488	91,5	7,6	17,0	13,6	518	220,5	5,5	18,0	13,3	474	203,8	5,5
полив по бороздам															
0—10	18,0	25,0	510	69,5	7,6	20,5	21,0	506	86,4	6,6	23,6	16,0	511	121,1	5,3
10—20	17,0	26,6	500	100,8	7,6	20,8	23,2	498	132,2	6,8	21,0	20,5	495	145,5	5,7
20—30	17,0	26,6	505	91,4	7,8	19,6	25,3	493	134,3	6,9	20,3	19,5	523	123,2	6,5
30—40	16,0	20,5	518	109,8	7,7	18,5	16,8	458	101,0	8,6	18,5	16,8	488	151,5	8,5
40—50	15,0	17,6	496	103,4	7,9	16,9	17,0	470	140,5	6,6	18,0	16,9	484	126,0	6,6
50—60	15,0	17,6	498	103,4	8,2	16,0	17,0	449	144,9	6,3	17,0	17,6	519	163,0	6,6
2-й полив															
контроль (без полива)															
0—10	20,0	12,4	597	99,5	8,1	22,0	10,1	594	143,4	7,8	18,0	8,6	558	167,0	6,6
10—20	19,8	10,2	568	101,1	6,9	22,0	9,5	576	154,8	6,0	18,2	9,1	563	165,0	6,7
20—30	18,0	8,5	548	131,4	7,6	22,0	8,4	576	142,6	6,0	18,5	8,3	598	158,3	6,7
30—40	17,7	8,5	498	120,7	6,7	21,0	8,4	528	170,5	7,9	18,0	8,4	498	198,2	5,9
40—50	17,7	8,4	468	122,7	6,7	17,9	8,4	497	136,6	5,9	17,5	8,4	488	188,5	4,9
50—60	16,9	8,5	472	122,5	6,1	17,3	8,3	503	150,3	6,3	17,0	8,3	467	160,5	4,8
дождевание															
0—10	16,3	35,1	531	129,2	5,4	16,8	20,5	538	133,1	4,9	18,0	17,5	538	150,4	4,8
10—20	15,8	25,6	590	138,6	7,0	16,4	20,6	510	133,1	4,9	17,5	18,3	512	158,1	4,9
20—30	16,2	20,3	575	167,2	9,2	16,5	17,5	505	156,5	5,9	16,8	15,2	515	169,5	4,9
30—40	16,2	13,1	550	168,0	7,5	15,8	16,8	523	138,7	4,1	16,1	11,5	515	170,3	5,7
40—50	16,8	19,0	520	168,0	7,4	15,6	12,4	485	180,6	4,1	15,9	11,4	531	170,3	5,7
50—60	16,2	11,8	490	170,1	7,7	15,1	11,4	497	140,5	4,2	15,1	11,2	517	173,1	5,6
полив по бороздам															
0—10	16,0	33,7	561	132,2	6,4	16,3	22,3	548	134,1	6,2	18,8	20,1	558	144,8	5,6
10—20	15,7	28,2	596	142,2	6,9	16,3	22,0	515	146,3	6,8	18,7	21,4	544	154,3	6,6
20—30	16,1	28,1	560	153,3	7,9	15,7	18,9	551	145,4	5,4	17,3	20,6	540	150,2	6,6
30—40	16,1	18,9	530	165,8	7,6	15,7	18,3	520	160,8	5,4	17,0	17,8	498	214,2	6,8
40—50	16,0	18,3	582	186,7	8,0	16,6	17,9	520	159,0	5,3	16,3	17,8	531	181,1	5,7
50—60	16,5	18,0	574	186,7	7,9	15,1	16,7	531	174,4	5,7	16,0	17,0	512	186,4	6,0

О характере ОВ процессов в почвах можно также судить по содержанию в них подвижных форм железа. В проведенных исследованиях не всегда прослеживалась связь между Eh и содержанием кислоторастворимого железа, что указывает на присутствие других ОВ систем, определяющих значение Eh. Закисное железо обнаружено во все сроки наблюдений как на неорошаемом участке, так и при различных способах полива. Значительное количество подвижного железа в контрольном варианте в середине лета при повышении температуры обусловлено интенсивными биологическими процессами, в том числе разложением органического вещества.

Известно [8], что наличие закисного железа не всегда свидетельствует о восстановительных процессах. Причем на неорошаемом участке оно было довольно равномерно распределено по профилю почвы в первые сроки наблюдений; к осени его содержание уменьшилось, особенно на глубине 50—60 см. Характерно, что при поливе дождеванием содержание закисного железа по горизонтам заметно различалось. Максимум его (12,5 мг/100 г) отмечен в слое 30—40 см, в который оно могло частично переместиться из верхнего горизонта при поливе дождеванием. Отсутствие хорошей корреляции между Eh и количеством закисного железа, переходящим в вытяжку 1 н. H₂SO₄, объясняется тем, что в 1 н. H₂SO₄ растворяются многие формы железа, в том числе и такие, которые не определяют величину Eh в почвенном растворе. Но все же по содержанию кислоторастворимого железа и соотношению его форм можно судить об изменениях ОВ процессов в почвах. Кислоторастворимые формы железа представлены в основном соединениями оксида железа. Во всех вариантах орошения и особенно на неорошаемом участке наблюдалась тенденция к накоплению окисного железа к осени. Следует отметить большие колебания в содержании трехвалентного железа по срокам наблюдений, при периодическом увлажнении его количество уменьшилось. Несколько увеличилось содержание железа в слое 40—50 см. Можно предположить миграцию его в форме железоорганических ком-

Таблица 3

Динамика температуры, влажности, Eh и содержания подвижного железа в почве после полива в 1986 г.

Глубина слоя, см	1 сут					5 сут					10 сут				
	t, °C	W, %	Eh, мВ	Fe ³⁺	Fe ²⁺	t, °C	W, %	Eh, мВ	Fe ³⁺	Fe ²⁺	t, °C	W, %	Eh, мВ	Fe ³⁺	Fe ²⁺
				мг/100 г					мг/100 г					мг/100 г	
Контроль (без полива)															
0—10	22,0	21,5	502	105,1	2,02	23	18,0	469	98,4	4,23	22,0	14,7	489	87,0	0,53
10—20	21,0	23,5	510	110,8	2,86	20	16,3	467	147,2	4,47	20,5	17,5	496	91,7	2,09
20—30	19,5	19,8	501	117,3	2,40	19	16,6	466	149,8	7,43	20,0	15,4	487	77,3	2,04
30—40	19,0	24,8	488	122,9	7,25	18	17,3	476	116,2	5,72	19,0	16,1	482	104,9	2,19
40—50	18,0	21,8	446	122,0	16,32	18	14,8	428	123,6	5,18	18,2	15,8	464	146,6	3,13
50—60	17,5	17,2	439	147,4	4,19	17	14,5	475	136,9	5,75	18,0	15,3	426	129,7	2,68
Дождевание															
0—10	21,0	27,7	475	87,4	1,29	22,0	24,6	448	88,9	1,25	22,5	19,1	486	85,3	1,19
10—20	20,5	26,3	457	94,7	1,60	20,5	24,2	429	104,7	3,68	19,5	20,0	447	93,2	1,99
20—30	19,5	26,8	463	82,0	7,58	19,5	19,8	430	103,3	5,13	19,0	21,3	460	94,8	2,61
30—40	19,5	26,7	487	93,3	9,88	18,7	20,5	466	95,8	4,19	18,0	19,9	469	102,9	7,16
40—50	18,5	19,5	438	87,6	4,44	18,0	17,4	436	99,5	6,98	17,5	18,4	443	97,5	2,54
50—60	16,0	18,5	450	93,7	1,49	17,0	16,4	464	86,9	5,85	17,0	17,0	469	98,5	2,52
Полив по бороздам															
0—10	20,0	26,8	521	85,5	5,42	23	23,5	476	104,0	6,01	22,0	19,4	526	90,4	2,57
10—20	19,0	29,6	548	87,9	4,76	21	24,7	460	102,6	5,97	21,0	22,0	567	92,5	2,82
20—30	18,5	32,1	498	113,7	6,45	19	23,4	440	105,6	8,62	19,0	22,5	493	95,8	3,15
30—40	18,5	24,6	504	112,8	5,82	19	20,5	448	107,2	4,29	18,0	19,5	518	92,1	3,21
40—50	17,5	22,7	468	115,1	4,74	18	19,4	424	143,3	7,10	17,5	22,6	490	93,5	2,84
50—60	16,5	19,8	463	126,8	5,87	17	16,6	464	105,2	2,84	17,0	19,3	468	117,7	1,97

плексов из гумусового горизонта с поливными водами. Большое значение железоорганических соединений в передвижении железа в почвах отмечает С. В. Зонн [3].

В опытах 1983 и 1986 гг. наряду с общими закономерностями в протекании ОВ процессов при орошении выявлены некоторые специфические особенности. В 1986 г. в 1-й срок наблюдений при поливе по бороздам значения Eh были на 20—30 мВ выше, чем в контроле, а при дождевании — на 30—40 мВ ниже (табл. 3). Благоприятные условия увлажнения при оптимальных температурах способствовали повышению

Eh. На 5-е сутки после полива значения этого показателя несколько снизились и стабилизировались. В оптимальных температурных условиях кислород почвенного раствора расходуется на дыхание корней и потребление микроорганизмами в течение 1,5—2 сут [7]. Прошедшие обильные дожди могли ухудшить аэрацию, но они значительно обогатили почву растворенным в воде кислородом и сгладили наметившиеся различия в изменении Eh по вариантам и почвенному профилю.

Содержание закисного железа в 1-й срок наблюдений было значительно меньше, в этот период были и более низкие температуры. Аналогичные явления отмечали Н. И. Богданов и др. [1] при исследовании выщелоченного чернозема Омской области. На 5-е сутки после полива

Таблица 4

Динамика содержания подвижных форм азота (в числителе — $N-NO_3$, в знаменателе — $N-NH_4$) при различных способах полива картофеля в 1983 г. (мг/100 г)

Глубина слоя, см	Время после 1-го полива, сут			Время после 2-го полива, сут		
	1	5	10	1	5	10
Контроль (без полива)						
0—20	9,6 (4,3)	11,5 (4,6)	14,7 (3,2)	13,3	14,0	12,3
	4,3 (1,0)	3,6 (0,7)	3,0 (1,1)	6,2	5,3	6,4
20—40	8,7 (2,9)	11,6 (1,3)	15,0 (2,6)	10,0	6,9	12,0
	4,1 (0,5)	4,5 (0,7)	2,3 (0,8)	4,9	3,9	4,0
40—60	6,3 (1,5)	8,7 (2,0)	9,0 (2,1)	7,0	3,8	5,4
	3,4 (0,4)	3,9 (2,2)	2,8 (1,0)	4,1	3,6	3,8
Дождевание						
0—20	12,6 (2,5)	12,3 (1,7)	15,2 (2,2)	14,7	14,6	12,8
	7,8 (0,7)	4,2 (0,6)	3,8 (1,2)	8,9	5,3	4,7
20—40	14,3 (0,9)	13,7 (1,4)	16,8 (1,8)	15,1	15,8	13,1
	9,6 (0,3)	4,2 (0,4)	3,5 (0,9)	4,9	3,8	5,4
40—60	7,3 (1,1)	9,4 (0,9)	9,5 (1,8)	7,3	14,0	15,4
	4,7 (0,5)	3,1 (0,6)	2,1 (0,9)	3,0	5,5	3,8
Полив по бороздам						
0—20	19,0 (4,0)	18,4 (3,0)	18,7 (1,7)	16,3	15,2	13,6
	8,2 (0,5)	2,4 (0,6)	2,1 (1,2)	5,3	4,1	3,8
20—40	16,0 (1,8)	15,6 (2,8)	19,1 (2,5)	17,3	18,4	17,7
	6,0 (0,4)	5,3 (0,6)	2,6 (1,0)	4,5	4,3	4,8
40—60	12,5 (3,4)	12,1 (3,5)	10,6 (1,8)	8,0	13,9	15,0
	2,0 (0,3)	2,5 (0,3)	2,5 (1,2)	3,5	5,3	4,1

Примечание. В скобках даны показатели, полученные в 1986 г.

содержание закисного железа незначительно увеличилось и несколько уменьшилось, как указывалось выше, значения Eh. На 10-е сутки содержание закисного железа заметно снизилось и возросла величина Eh.

Сравнивая данные, полученные в 1983 и 1986 гг., можно отметить, что во все сроки наблюдений и во всех вариантах опыта преобладали окислительные условия. Умеренное увлажнение (норма $300 \text{ м}^3/\text{га}$) не вызвало заметного развития восстановительных процессов, хотя перепады значений Eh достигали 100—150 мВ. Особенности ОБ режима в значительной степени отразились на содержании подвижных форм азота (табл. 4). Нитратного азота в контрольном варианте к середине лета накопилось до $15,0 \text{ мг}/100 \text{ г}$, в августе его количество уменьшилось. Наиболее высокий уровень нитратов отмечен в верхнем слое, вниз по профилю их содержание заметно уменьшилось при одновременном снижении Eh. При поливе по бороздам в слое 0—40 см накапливалось наибольшее количество нитратного азота, при дождевании — на 5—

15 мг/100 г меньше, что в какой-то мере согласуется с динамикой Eh. Более низкие значения Eh при дождевании через сутки после орошения, по-видимому, объясняются значительным уплотнением верхнего слоя почвы поливной водой (дополнительного рыхления здесь, как и в контрольном варианте, не проводили). Лучшие условия аэрации, а следовательно, и нитрификации при поливе по бороздам складывались в результате постепенного и равномерного увлажнения почвы, систематического рыхления при нарезке борозд перед поливом и последующем их выравнивании, поэтому и режим азотного питания здесь более благоприятный. По мере подсыхания почвы после полива увеличиваются значения Eh и содержание нитратного азота и уменьшается количество аммонийного азота. Резко уменьшается уровень аммонийного азота по срокам наблюдений в верхнем слое почвы, в последний срок — до 3,8 мг/100 г при поливе по бороздам.

Значение Eh, количество и соотношение подвижных форм азота во многом зависят от погодных условий. Во влажном 1986 году складывалась более монотонная ОВ обстановка (табл. 3). После увлажнения прежде всего подвергаются восстановлению нитраты как наиболее легко отдающие кислород [2]. Поэтому уже через сутки после полива количество нитратов во всех орошаемых вариантах снизилось при довольно высоких значениях Eh. После полива произошло заметное перераспределение нитратного и аммонийного азота (табл. 4). Следует отметить низкое содержание азота в почве, особенно нитратного (не более 5 мг/100 г). Если через сутки после полива содержание нитратов в верхнем слое составило 2,5—5,0 мг/100 г, то в последующие сроки заметно увеличилось количество аммонийного азота. Это объясняется резкой сменой условий аэрации почвы, перепадами значений Eh, миграцией нитратов в лежащие ниже слои и более интенсивным поглощением нитратного азота растениями. Известно [5], что нитраты в черноземах Сибири являются основным источником азотного питания растений. П. М. Смирнов [11] допускает возможность восстановления нитратов и в нормально аэрируемых почвах в связи с неравномерным распределением влаги и органического вещества и затрудненным газообменом в тонких порах.

Заметное изменение Eh приводит к изменению окисленных и восстановленных форм азота в почве. Согласно градации И. П. Сердобольского [9] при уменьшении Eh ниже 480 мВ активизировались процессы денитрификации. В наших опытах несколько больше нитратов содержалось в контрольном варианте. При более влажной и прохладной погоде подача дополнительного количества воды на орошаемые участки могла привести к подавлению биологической активности нитрифицирующих бактерий и перемещению нитратов в лежащие ниже горизонты. Однако количество нитратного азота уменьшается не сразу после полива, так как вместе с поливной водой поступает значительное количество растворенного кислорода (до 8,5 мг O₂ на 1 л). По мере его расходования содержание нитратов снижается. Окисление и восстановление азотных соединений в почве следует расценивать как отрицательное явление, поскольку при переходе от нитратов к аммиаку и обратно обязательно образуется промежуточный газообразный азот, что влечет за собой непродуктивные потери легкоусвояемых форм последнего. В результате частой смены аэробных и анаэробных условий почти в 1,5 раза увеличиваются потери азота [4]. Об ухудшении аэрации можно судить и по динамике содержания аммонийного азота, характер которой противоположен характеру динамики содержания нитратного азота. На орошаемых участках на 10-е сутки после полива содержание нитратного азота несколько уменьшилось, причем при поливе по бороздам интенсивнее, что может быть обусловлено и большим потреблением азота растениями; именно в этом варианте получен более высокий урожай клубней картофеля. Таким образом, наиболее благоприятные ОВ и азотный режимы почвы складывались при поливе по бороздам.

Заключение

ОВ условия и содержание подвижных форм азота в черноземе выщелоченном центральной лесостепи Приобья тесно связаны с погодными условиями и спецификой полива.

Засушливые годы характеризуются более контрастной ОВ обстановкой при орошении, в почве нитратные соединения азота преобладают над аммонийными. В прохладные и влажные годы ОВ режим более мотонотный, нитратного азота в почве содержится очень мало.

Для улучшения азотного питания картофеля при орошении необходимы направленное регулирование ОВ условий и выбор форм и сроков внесения азотных удобрений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богданов Н. И., Соловей О. П. Динамика окислительно-восстановительных процессов в западносибирском черноземе. — Почвоведение, 1972, № 6, с. 75—85. —
2. Боровский В. М. Изменение почв под влиянием орошения. — Тр. X Межд. конгресса почвоведов. М., 1974, т. 10, с. 35—41. —
3. Зон С. В. Железо в почвах. — М.: Наука, 1982. —
4. Кауричев И. С., Орлов Д. С. Окислительно-восстановительные процессы и их роль в генезисе и плодородии почв. — М.: Колос, 1982. —
5. Кочергин А. Е. Определение потребности сельскохозяйственных растений в азотных удобрениях на черноземах Сибири. — Тр. СибНИИЗХоза, 1961, вып. 6. —
6. Ковда В. А., Розанов Б. Г., Евдокимова Т. И. и др. Принципы организации орошаемого земледелия на черноземах. — Почвоведение, 1986, № 3, с. 22—30. —
7. Поясов П. Н. К вопросу об аэробных и анаэробных условиях в почве по данным состава почвенного воздуха. — В кн.: Вопросы агрономической физики. Л. 1957. —
8. Ремезов Н. П. Роль биологического круговорота элементов в почве образовании под пологом леса. — Почвоведение, 1956, № 7, с. 68—79. —
9. Сердобольский И. Ш. Щелочно-кислотные и окислительно-восстановительные условия питания растений марганцем, железом и нитратами. — Тр. Юбилейной сессии, посвященной 100-летию со дня рождения В. В. Докучаева, М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1949. —
10. Сердобольский И. П. Динамика окислительно-восстановительных условий в черноземных почвах Каменной степи. — В кн.: Вопросы травопольной системы земледелия. М.: Изд-во АН СССР, т. 2, 1953. —
11. Смирнов П. М. Вопросы агрохимии азота в исследованиях с ^{15}N . — М.: ТСХА, 1977. —
12. Снакин В. В. Некоторые почвенные режимы по данным *in situ*-метрии. — В кн.: Русский чернозем 100 лет после Докучаева. М.: Наука, 1983, с. 79—89.

Статья поступила 28 марта 1988 г.

SUMMARY

The results of studying the effect of different methods of potato irrigation on soil moisture, Eh, ferric oxide and ferrous oxide content, and the amount of nitrate and ammonium nitrogen in leached chernozem of Priobje central forest steppe are discussed. It has been found that oxidation-reduction processes are closely connected with weather conditions and specific character of irrigation.