

УДК 631.452:631.445.24.001.57

## АГРОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МОДЕЛЕЙ ПЛОДОРОДИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ

А. М. ЛЫКОВ, И. А. РУБАНОВ, Н. Н. КЛИМЕНКО

(Кафедра земледелия)

Особое практическое значение в настоящее время имеет количественная градация уровней плодородия почвы, реализуемая в моделях плодородия. При разработке таких моделей следует учитывать, что они должны обеспечивать максимально высокую окупаемость факторов интенсивного земледелия и что их воспроизводство должно быть экономически обоснованным.

Построение моделей плодородия пахотных слоев почв осложняется тем, что это свойство почв определяется многими факторами, характеризующимися широкой вариабельностью и сложностью взаимосвязей, кроме того, отсутствуют единые критерии плодородия. Для разработки моделей малоприменим полевой опыт; только в длительных полевых опытах могут быть созданы различные модели плодородия. Проблема моделирования трудноразрешима и на чисто статистической основе, так как для количественной оценки уровней плодородия необходимо иметь данные о достаточном количестве факторов в одном эксперименте, которые трудно получить в полевом опыте.

Наиболее обоснованным путем решения проблемы является моделирование плодородия почвы в сложных микрополевых опытах. Реализация сложных многофакторных схем опытов обеспечивает повышенную информативность [1, 9]. Кроме того, многофакторные опыты открывают широкие возможности для применения количественных методов статистического анализа полученных результатов, например, регрессионного.

К настоящему времени достаточно четко выявлена важная роль органического вещества почвы как фактора, с одной стороны, определяющего многие свойства почвы, а с другой — отражающего степень агротехнического воздействия на почву [5, 6]. При оценке важно учитывать не только количественное содержание органического вещества в почве, но и его качественное состояние [7, 8]. В связи с указанным характеристике органического вещества можно применять за интегральный показатель плодородия пахотных интенсивно используемых почв [2, 4, 10].

В данном сообщении приведены результаты модельных микрополевых опытов, проведенных в учхозе «Михайловское» по сложной схеме (широкий диапазон норм минеральных удобрений на почвах с разным содержанием органического вещества), и регрессионного анализа полученных данных.

### Методика исследований

В качестве основной схемы опыта использована полуреплика полной факториальной схемы  $4^3 \times 2^2$ . По этой схеме проведено два микрополевых опыта, в которых изучаются следующие факторы:

культура ( $X_1$ ) — 1 — яровая пшеница, 2 — овес, 3 — ячмень, 4 — горохоовсяная смесь;

содержание углерода в почве ( $X_2$ ) для 0; 1; 2; 3 — соответственно 0,7; 1,4; 2,3; 4,0 %;

нормы минеральных удобрений ( $X_3$ ): в опыте 1 для 0; 1; 2; 3 — соответственно 60N80P60K; 120N160P120K;

180N240P180K; 240N320P240K;

в опыте 2 для 0; 1; 2; 3 — соответственно 0; 30N40P30K; 60N80P60K; 90N120P90K; мощность пахотного слоя ( $X_4$ ) для 0 и 1 — соответственно 0—40; 0—20;

уплотнение ( $X_5$ ) для 0 и 1 — без уплотнения; с уплотнением.

Схема опыта разбивается на 4 подсхемы, которые представляют собой полуреплики полной факториальной схемы  $4^2 \times 2^2$  для каждой взятой культуры. Таким образом, она позволяет оценить влияние изучаемых факторов на почвенные свойства и урожай-

Характеристика исходных почв

Показатель	Почва			
	I	II	III	IV
Углерод ОСТ 46 47—76, %	0,7	1,4	2,3	4,0
Общий азот по Кьельдалю, %	0,072	0,115	0,244	0,390
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> по ОСТ 46 40—76, мг/кг	50	344	328	258
K <sub>2</sub> O по ОСТ 46 40—76, мг/кг	129	283	194	230
pH <sub>сод</sub> по ОСТ 46 49—76	3,99	6,02	6,44	6,23
Гидролитическая кислотность по ОСТ 46 48—76, мг-экв на 100 г	5,49	1,67	1,43	1,98

ность культур. Для уменьшения влияния пространственного размещения вариантов схема разбита на восемь блоков. Повторность опыта 1 двукратная, опыта 2 — однократная.

Каждый вариант представляет собой сосуд из армированной полиэтиленовой пленки без дна. Высота сосуда 40 см, диаметр — 25 см. На 40 см сосуды набиты почвой из расчета 21 кг абсолютно сухой массы, на 20 см — 10,5 кг, 20—40 см — подпочва.

Почва перед набивкой в сосуды просеяна через решетку с отверстиями диаметром 1 см и произвесткована из расчета двойной гидролитической кислотности.

Свойства четырех исходных почв представлены в табл. 1.

В фазы кушения (1), колошения (2) и во время уборки (3) брали образцы почв для анализов, которые проводили по общепринятым методикам.

Для оценки качественного состояния органического вещества почвы использованы следующие показатели: содержание углерода в водной и щелочной (0,1 н. NaOH — однократное извлечение без разделения щелочного экстракта на гуминовые и фульвокислоты) вытяжках, а также коэффициент цветности щелочной вытяжки (А).

Статистический анализ опытных данных

выполнен по программе регрессионного анализа<sup>1</sup>. При этом для определения влияния изучаемых факторов на содержание P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O и N—NO<sub>3</sub> в почве использовалось уравнение вида:

$$z = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_5x_5 + b_6x_2^{0,5} + b_7x_3^{0,5} + b_8(x_2x_3)^{0,5} + b_9x_2^{0,5}x_4 + b_{10}x_2^{0,5}x_5 + b_{11}x_3^{0,5}x_4 + b_{12}x_3^{0,5}x_5 + b_{13}x_4x_5, \quad (1)$$

для урожайности и других показателей:

$$y = b_0 + b_1x_2 + b_2x_3 + b_3x_4 + b_4x_5 + b_5x_2^{0,5} + b_6x_3^{0,5} + b_7(x_2x_3)^{0,5} + b_8x_2^{0,5}x_4 + b_9x_2^{0,5}x_5 + b_{10}x_3^{0,5}x_4 + b_{11}x_3^{0,5}x_5 + b_{12}x_4x_5. \quad (2)$$

Производственные функции (1) и (2) отбирали по максимальному значению множественного коэффициента корреляции (R).

Эффекты факторов получали при различных значениях гумусированности на определенных фонах минерального питания [12].

Урожайность и значения других показателей для отдельных уровней факторов рассчитывали как средние при одинаковом сочетании всех других факторов.

## Результаты и их обсуждение

В течение опыта содержание элементов минерального питания в почве было высоким (табл. 2). Характер его изменения определялся наличием элементов питания в исходной почве и дозой минеральных удобрений. Среднее содержание N—NO<sub>3</sub> несколько увеличивалось по мере увеличения содержания в почве органического вещества.

Для определения зависимости содержания элементов минерального питания в почве от изучаемых факторов в разные сроки (1, 2 и 3) были получены следующие производственные функции для опыта 2 в 1982 г.:

$$1. \text{NO}_3 = 50,2 + 77,2x_3 - 84,4x_3^{0,5} + 25,9(x_2x_3)^{0,5}, \quad R = 0,69;$$

$$2. \text{NO}_3 = 7,2 + 3,2x_3 - 10,5x_4 - 8,0x_2^{0,5}x_4 + 4,0x_3^{0,5}x_5, \quad R = 0,46;$$

$$3. \text{NO}_3 = (2,0 + 0,5x_1) + 1,5x_2^{0,5} + 0,5x_3, \quad R = 0,37;$$

$$1. \text{P}_2\text{O}_5 = -130,4 - 675,6x_2 + 2187,9x_2^{0,5} + 119,2x_3, \quad R = 0,61;$$

$$2. \text{P}_2\text{O}_5 = -134,2 + 1279,8x_2^{0,5} + 107,9x_3; \quad R = 0,66;$$

<sup>1</sup> Расчеты проводились по программе ПРА-3 в ЦИНАО.

Содержание элементов минерального питания в почве в опытах 1 и 2  
(мг/кг, в среднем за вегетацию)

Фон удобре- ний	NO <sub>3</sub>			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			K <sub>2</sub> O		
	1		2	1		2	1		2
	1981	1982	1982	1981	1982	1982	1981	1982	1982
Почва I									
0	15,6	23,9	18,5	86	108	69	132	206	92
1	18,4	27,9	23,0	104	178	77	159	227	127
2	28,9	45,0	30,2	139	206	81	168	272	152
3	31,5	55,8	41,6	191	258	81	285	313	154
Почва II									
0	14,2	27,8	26,4	318	497	394	267	438	227
1	21,0	35,9	32,0	336	580	425	309	507	332
2	40,8	51,2	91,5	389	696	681	316	567	416
3	54,0	77,0	81,8	439	753	776	336	547	456
Почва III									
0	22,9	32,1	20,3	285	426	345	358	390	219
1	23,5	45,2	27,0	307	462	382	279	412	270
2	39,0	52,4	37,5	338	548	412	292	437	301
3	39,8	80,5	58,2	381	622	563	290	474	366
Почва IV									
0	20,9	34,9	17,9	207	327	300	214	372	229
1	20,0	56,8	26,7	239	359	415	239	386	239
2	28,0	58,4	51,5	256	409	583	239	415	422
3	39,6	79,6	84,6	264	469	714	241	437	480

3.  $P_2O_5 = -1128,5 - 531,0x_2 + 1758,1x_2^{0,5} + 118,3x_3 + 260,1x_4 - 172,2x_2^{0,5}x_4$ .  $R=0,72$ ;
1.  $K_2O = -513,5 - 354,0x_2 + 1076,8x_2^{0,5} + 58,6(x_2x_3)^{0,5}$ .  $R=0,60$ ;
2.  $K_2O = 80,2 + 54,0x_2 + 63,1x_3$ .  $R=0,63$
3.  $K_2O = -384,8 - 235,9x_2 + 751,2x_2^{0,5} + 90,9x_3$ .  $R=0,73$ .

Аналогичные производственные функции, полученные для опыта 1, отличаются от приведенных только несколько большей теснотой связи ( $R=0,38 \div 0,82$ ).

Коэффициент детерминации ( $R^2$ ) показывает, что вариабельность содержания элементов минерального питания почвы в различные сроки только на 13—67 % обуславливалась вариабельностью изучаемых факторов. Причем адекватность производственных функций для  $P_2O_5$  и  $K_2O$  возрастала от начала к концу вегетации, а для  $N-NO_3$  — резко падала.

Полученные производственные функции свидетельствуют о том, что зависимость содержания подвижных форм  $P_2O_5$ ,  $K_2O$  и  $N-NO_3$  от норм минеральных удобрений и содержания органического вещества в почве наиболее сильная только для третьего срока определения  $K_2O$  и  $P_2O_5$ . В остальных случаях на значение этих показателей оказывали влияние другие факторы, не учтенные статистической моделью: погодные условия, поглощение элементов минерального питания растениями и др.

Содержание элементов минерального питания в почве в условиях интенсивного земледелия при использовании больших доз минеральных удобрений можно довести до заданного предела за короткий период, что подтверждается и другими исследователями [3, 11].

Практически нет необходимости в очень высоком уровне элементов минерального питания в почве. Наличие 10—14 мг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> на 100 г почвы обеспечивает получение высоких урожаев, но при этом резко снижается эффективность минеральных удобрений [3]. Данный факт позволяет объяснить относительно невысокое действие минеральных удобрений в наших опытах и даже отрицательный эффект больших доз в 1981 г.

Это же положение дает возможность считать, что пищевой режим растений на изучаемых почвах мало различается. Так, низкое содержание P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O в почве I компенсируется более эффективным использованием растениями минеральных удобрений.

Т а б л и ц а 3  
Средний урожай зерна на почвах с различным уровнем плодородия (г на сосуд) в опыте 1 в 1981 г. (в числителе) и 1982 г. (в знаменателе) и в опыте 2 в 1982 г.

Опыт	Почва			
	I	II	III	IV
Пшеница				
1	10,8	14,2	16,2	18,5
	12,1	14,8	21,7	27,6
2	9,5	19,0	21,5	27,1
	Ячмень			
1	17,3	15,5	21,7	25,4
	21,2	26,1	32,5	36,4
2	12,8	24,1	32,7	41,3
	Овес			
1	11,8	13,6	16,1	20,6
	16,5	23,3	31,9	35,5
2	13,6	23,7	26,0	29,2

Влияние кислотности на урожай было снято известкованием почвы при закладке опытов. Значение pH различных почв под горохово-овсяной смесью в 1981 и 1982 гг. по трем срокам находилось в пределах 6,24—6,75.

Содержание органического вещества в почве сильно влияет (прямо и косвенно — через улучшение свойств почв) на урожай (табл. 3). Положительное действие возрастающего содержания органического вещества на урожай хорошо проявлялось как в 1981 г., так в еще большей степени в 1982 г.

Более ясно выявить характер зависимости урожая от изучаемых факторов позволяют производственные функции, полученные по ис-

ходному уравнению (2). Ниже приведены производственные функции для ячменя; для остальных культур они подобны.

Опыт 1:

$$1981 \text{ г. } y = 12,8 + 2,9 x_2 + 4,2 x_3 - 1,4 x_3 x_5, R = 0,67;$$

$$1982 \text{ г. } y = -2,1 + 27,8 x_2^{0,5} + 3,2 x_3^{0,5}, R = 0,97.$$

Опыт 2:

$$1982 \text{ г. } y = -15,0 - 6,8 x_2 + 37,8 x_2^{0,5} - 5,2 x_3^{0,5} + 6,9 (x_2 x_3)^{0,5} - 1,1 x_2^{0,5} x_4 - 1,8 x_4 x_5, R = 0,99.$$

На адекватность полученных уравнений значительное влияние оказали метеорологические условия. Так, в 1981 г. вариабельность урожайности только на 45—55 % определялась вариабельностью изучаемых факторов, тогда как в 1982 г. — на 70—98 %.

Полученные производственные функции говорят о том, что из всех изучаемых факторов наибольшее положительное влияние на урожай оказывает содержание органического вещества в почве.

Как видно на рис. 1, большие нормы минеральных удобрений при достаточном количестве элементов минерального питания в почве в условиях 1981 г. привели к снижению урожая, а в 1982 г. дали положительный эффект. Интересен также и тот факт, что эффект от больших норм минеральных удобрений в опыте 1 примерно одинаков, тогда как эффективность небольших возрастающих норм (0—30N40P30K—60N80P60K—90N120P90K) на урожай в опыте 2 возрастала по мере увеличения содержания в почве органического вещества.

Применение регрессионного анализа позволяет количественно оценить вклад каждого изучаемого фактора в урожай при определенном

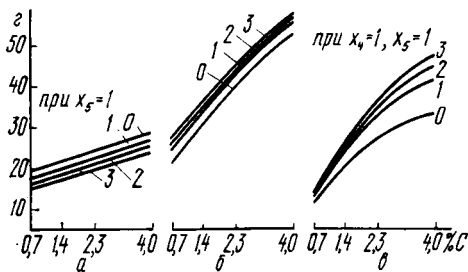


Рис. 1. Зависимость урожая ячменя от содержания в почве органического вещества и норм минеральных удобрений.

а и б — опыт 1 соответственно 1981 и 1982 г.; в — опыт 2, 1982 г.; 0, 1, 2, 3 — нормы удобрений.

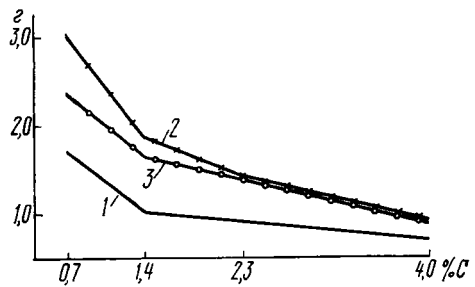


Рис. 2. Масса урожая зерна, приходящаяся на единицу углерода почвы (г на 0,1 % С), 1982 г.

1 — пшеница; 2 — ячмень; 3 — овес.

соотношении изменения органического вещества в почве и норм минеральных удобрений.

В табл. 4 приведены эффекты факторов для ячменя.

Метеорологические условия влияют не только на адекватность производственных функций, но и на значения эффектов факторов. В 1981 г. эффекты от удобрений и эффекты от сравнительно небольшого изменения содержания органического вещества в почве статистически незначимы. В 1982 г. все эффекты от изучаемого варьирования содержания органического вещества в почве и большинство эффектов от возрастающих доз минеральных удобрений статистически значимы. Последнее

Таблица 4

Эффекты факторов для ячменя (г/сосуд) в опыте 1 в 1981 г. (числитель) и 1982 г. (знаменатель), в опыте 2 в 1982 г.

Изменение содержания органического вещества почвы	Изменение фонов удобрений	Средний урожай		Эффект от органического вещества		Эффект от удобрений	
		1	2	1	2	1	2
0,7—1,4	0—1	16,76	16,14	0,61*	4,14	-2,44*	0,69
		21,56		3,24		1,71	
0,7—1,4	2—3	16,02	18,57	-1,14*	4,62	0,19*	0,05
		25,71		1,64		1,69	
0,7—2,3	0—2	20,56	22,16	2,95*	9,41	-0,15*	1,86
		25,71		6,54		2,01	
0,7—2,3	1—3	18,40	23,32	1,52*	10,42	-1,10*	1,57
		28,04		4,81		1,59	
0,7—4,0	0—3	19,99	25,97	1,54*	13,27	0,89*	4,80
		28,85		7,20		3,80	
0,7—4,0	1—2	21,47	28,16	5,30	15,31	0,57*	0,91
		28,77		8,02		0,57*	
1,4—2,3	0—3	18,26	26,93	1,34*	5,56	-2,74*	2,69
		28,84		3,24		2,04	
1,4—2,3	1—2	18,90	27,61	4,87	5,21	0,87*	0,94
		23,79		3,24		0,36*	
1,4—4,0	0—2	21,71	29,36	4,34	8,14	-0,29*	4,24
		29,96		5,26		1,81	
1,4—4,0	1—3	19,21	33,83	5,64	11,29	-0,16*	1,66
		32,54		5,09		0,96	
2,3—4,0	0—1	24,05	33,54	7,17*	3,19	0,55*	3,56
		33,17		1,75		1,17	
2,3—4,0	2—3	23,09	40,44	2,59*	5,46	-2,86*	1,34
		35,80		2,12		0,32	

\* Эффект статистически незначим на уровне 0,05.

объясняется, с одной стороны, увеличением действия изучаемых факторов на урожай, а с другой — снижением ошибки в условиях благоприятного 1982 г.

Эффекты  $x_4$  и  $x_5$  в оба года исследований статистически незначимы и здесь не приведены.

Количественная оценка факторов показывает, что в условиях данного эксперимента положительное влияние на урожай органического вещества в почве значительно выше, чем минеральных удобрений. Эффекты возрастающих норм минеральных удобрений не только меньше по абсолютному значению, но в условиях 1981 г. были даже отрицательными.

Т а б л и ц а 5

Окупаемость удобрений урожаем (г зерна на 1 г д. в.) на почвах разного плодородия в среднем по всем дозам

Опыт	Почва			
	I	II	III	IV
Пшеница				
1	5,2	8,1	8,7	10,1
	6,3	7,3	11,6	13,9
2	12,2	23,5	26,6	33,7
Ячмень				
1	9,2	8,6	11,6	13,1
	10,1	13,1	16,6	18,4
2	15,7	27,4	40,4	53,7
Овес				
1	6,0	7,7	7,8	10,6
	16,7	21,9	32,5	35,9
2	32,8	58,4	63,9	71,4

Примечание. В опыте 1 в числителе 1981 г., в знаменателе — 1982 г., в опыте 2 — 1982 г.

ростом урожаев, о чем говорит масса выращенного зерна в среднем на единицу углерода в почве (рис. 2).

Показателем эффективности использования минеральных удобрений служит их окупаемость урожаем (табл. 5). При одинаковых нормах минеральных удобрений этот показатель возрастал с увеличением содержания в почве органического вещества. С увеличением норм минеральных удобрений на изучаемых почвах окупаемость их урожаем резко снижалась.

Т а б л и ц а 6

Качественное состояние органического вещества почвы (среднее за вегетацию)\* в опыте 1 (в числителе—мг/кг, в знаменателе—% от общего С)

Почва	Содержание углерода в вытяжках				А	
	в водной		в щелочной			
	1981	1982	1981	1982	1981	1982
I	93,0	52,0	1398,4	918,1	4,93	6,00
	1,33	0,74	20,0	6,00		
II	109,8	58,5	1132,4	861,8	5,68	5,75
	0,78	0,42	8,1	6,1		
III	147,7	76,0	1415,9	1040,1	5,21	5,51
	0,64	0,33	6,1	4,5		
IV	193,0	95,5	2082,3	1611,1	4,81	4,84
	0,48	0,24	5,2	4,1		

\* Водная вытяжка углерода в 1981 г. только в 3-й срок.

Анализ качественного состояния органического вещества почв показал (табл. 6), что содержание углерода в водной вытяжке находилось в прямой зависимости от общего содержания органического вещества почвы, а количество щелочерастворимого углерода в почве было таким же, как в почве III, содержащей в 3 раза больше органического вещества. Последнее свидетельствует о неодинаковой прочности связи органического вещества с минеральной частью почвы: большему содержанию органического вещества соответствует меньшая его подвижность. Данное положение подтверждается и значениями относительного содержания углерода в водной и щелочной вытяжках.

Следует отметить, что размер лабильной части органического вещества почвы, определяемый по содержанию углерода в соответствующих вытяжках, значительно различался по годам исследований: в 1981 г. он был заметно больше, чем в 1982 г., что указывает на преобладание процессов его распада над синтезом. Это подтверждают также более высокие значения коэффициентов цветности щелочных растворов (А) на всех уровнях гумусированности в 1982 г.

По мере прохождения периода вегетации в оба года исследований отмечалось уменьшение лабильной части органического вещества почвы, т. е. снижалось содержание углерода в водной и щелочной вытяжках и увеличивался коэффициент цветности.

### Выводы

1. В условиях модельных микрополевых опытов при широком диапазоне изменения содержания органического вещества в почве выявлено значительное влияние гумуса на уровень урожайности.

2. Содержание органического вещества в почве заметно сказывается на эффективности использования минеральных удобрений.

3. В современном интенсивном земледелии недостаток подвижных форм элементов минерального питания в почве, ограничивающий уровень планируемых урожаев, может быть относительно быстро ликвидирован при использовании высоких норм минеральных удобрений. Однако по мере увеличения норм этих удобрений их окупаемость урожаем снижается.

4. С увеличением содержания в почве органического вещества улучшается его качественное состояние, проявляющееся в увеличении лабильной части и упрочении органо-минеральных связей. Отмечена тенденция изменения качественного состояния органического вещества, характеризующаяся уменьшением его лабильной части за время вегетации.

5. Использование факториальных схем опытов значительно увеличивает информативность последних, позволяет количественно оценить изучаемые факторы, описать функционально их влияние. Это, в свою очередь, открывает возможности для разностороннего обоснования различных уровней плодородия почв.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Доспехов Б. А. Повышение информативности и комплексности научных разработок. — Вестн. с.-х. науки, 1979, № 1, с. 96—101. — 2. Егоров В. В. Органическое вещество почвы и ее плодородие. — Вестн. с.-х. науки, 1978, № 5, с. 12—20. — 3. Касицкий Ю. И. Об оптимальном уровне обеспеченности почв СССР подвижным фосфором. — Агрохимия, 1979, № 3, с. 135—151. — 4. Кауричев И. С., Лыков А. М. Проблема гумуса пахотных почв при интенсивном земледелии. — Почвоведение, 1979, № 2, с. 5—15. — 5. Кулаковская Т. Н. Почвенно-агрохимические основы получения высоких урожаев.

Минск: Урожай, 1978. — 6. Лыков А. М. Органическое вещество и плодородие дерново-подзолистых почв в условиях интенсивного земледелия. — Автореф. докт. дис. М., 1977. — 7. Лыков А. М., Черников В. А., Боинчан Б. П. Оценка гумуса почв по характеристике его лабильной части. — Изв. ТСХА, 1981, вып. 5, с. 65—70. — 8. Орлов Д. С. Проблемы контроля и улучшения гумусного состояния почв. — Биол. науки, 1981, № 2, с. 9—20. — 9. Перегудов В. К. Планирование многофакторных полевых опытов с удобрениями и математическая обработка их результатов. М.: Колос, 1978. — 10. Понома-

рева В. В., Плотникова Г. А. Гумус и почвообразование. Л.: Наука, 1980. — 11. Постникова А. В. Определение продуктивного действия удобрений. Вестн. с.-х. науки, 1980, № 4, с. 52—59. — 12. Рубанов И. А., Михайлов Н. Н., Тимо-

хина Л. А. Методические указания по применению математических методов планирования эксперимента в сельском хозяйстве. М.: Колос, 1973.

*Статья поступила 13 апреля 1983 г.*

#### SUMMARY

Results of model microfield experiments on soddy-podzolic soil under wide range of altering rates of mineral fertilizers showed considerable influence of organic matter content in the soil on grain crops yield.

Applying a complicated scheme of experiment and regression analysis of data received allows to study the kind of dependence between different indices and to describe it functionally, as well as to qualitatively evaluate factors effects.