

УДК 631.445.4/. 452/. 51/. 8 (477.41)

ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ПАХОТНОГО СЛОЯ ПОЧВЫ  
ЗА ДВЕ РОТАЦИИ ЗЕРНОПРОПАШНОГО СЕВООБОРОТА  
ПОД ВЛИЯНИЕМ СИСТЕМ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ И УДОБРЕНИЯ  
В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

И.Д. ПРИМАК, Т.В. КОЛЕСНИК

(Белоцерковский национальный аграрный университет, г. Белая Церковь, Украина)

*Рассматривается влияние четырех систем основной обработки почвы и удобрения на изменение агрофизических и агрохимических свойств чернозема типичного и продуктивности зернопропашного севооборота в центральной лесостепи Украины. Показатели плодородия пахотного слоя выше по длительной мелкой обработке, чем по систематической вспашке и плоскорезном рыхлении. В пятипольном севообороте рекомендуется глубокая вспашка в одном поле (под повторную кукурузу, где вносится навоз), а в остальных — мелкая обработка на 10-12 см.*

*Ключевые слова: почва, структура, строение, влагоемкость, гумус, кислотность, элементы питания.*

CHANGES IN ARABLE LAYER FERTILITY OVER  
TWO CROP ROTATIONS INFLUENCED BY BOTH TILLAGE  
AND FERTILIZER IN CENTRAL FOREST-STEPPE OF UKRAINE

I.D. PRIMAK, T.V. KOLESNIK

(Belotserkovsky national agrarian university, Ukraine)

*Influence of four systems of basic soil tillage and fertilizers on the change in agro-physical and agricultural chemical properties of black earth and productivity of crop rotation are researched in central forest-steppe of Ukraine. Indices of fertility of arable layer are higher on the protracted shallow treatment, what after the systematic ploughing and loosening. In a pentagynous crop rotation the deep ploughing is recommended in one field (under re-cultivated corn, where manure is applied), and in other - shallow plowing to 10-20 centimetres.*

*Key words: soil, structure, structure, moisture-capacity, humus, acidity, elements of nutrition.*

В Украине экологические последствия деградации почв и ухудшения их плодородия особенно обострились в переходной период от государственной к рыночной экономике вследствие использования земли как единственного средства существования в условиях выживания за счет потенциального плодородия почв, без компенса-

ции затрат. А ведь на создание одного сантиметра почвенной толщи природа затрачивает 100 лет, а чтобы ее потерять иногда достаточно и одного ливневого дождя [8].

Сегодня среднегодовые потери гумуса черноземов Украины (основного показателя плодородия) превышают 1 т/га, а дегумификацией охвачено 39 млн га с.-х. угодий [4]. Плодородие старопахотных почв сильно зависит от характера их использования. Интенсивная механическая обработка почвы, недостаточное внесение удобрений — все это может вызвать существенное ухудшение качества почв.

Ныне классическая отвальная обработка в Украине почти нигде не применяется. Обычно это дифференцированная обработка, когда под отдельные культуры осуществляется вспашка, дисковая, плоскорезная или чизельная обработки на глубину в пределах от 6-8 до 40-45 см [9].

Противоречивость данных, касающихся влияния способов, глубины, приемов и средств механической обработки на плодородие почвы и продуктивность культур, обусловлена не только недостаточным изучением, большой сложностью и многогранностью, но и разнообразием почвенно-климатических условий, в которых проводились исследования [10].

И все же многие отечественные ученые считают, что обработка почвы в севообороте должна быть разноглубинной и предусматривать чередование глубоких, средних, мелких и поверхностных отвальных и безотвальных обработок разными орудиями [9].

Площадь пахотных земель в Украине, где оптимальные почвенно-технологические условия дают возможность минимизировать обработку и даже полностью отказаться от нее, составляет 2,56 млн га. Это центральная и левобережная лесостепь, где доминируют черноземы типичные, которые отличаются гармоническим сочетанием факторов и обуславливают энергетическую (и, очевидно, экологическую) выгоду механической обработки с одновременными благоприятными экологическими и агрономическими последствиями [6].

Однако вопрос радикальной минимизации обработки почвы остается нерешенным, поскольку не изучены досконально агротехническая, экономическая, противосорняковая эффективность различных систем обработки в сочетании с удобрениями, мелиоративными и другими агроприемами.

## Методика

Исследования проводили на протяжении 2002-2011 гг. в стационарном полевом опыте на опытном поле Белоцерковского НАУ. Почва — чернозем типичный глубокий малогумусный легкосуглинистый; повторность опыта — трехкратная, площадь учетной делянки — 112 м<sup>2</sup>.

В севообороте исследовали четыре варианта основной обработки (табл. 1) и четыре системы удобрения. Уровни ежегодного внесения удобрений на 1 га пашни составляли: нулевой уровень — без удобрений, первый — 4 т навоза + N<sub>29</sub>P<sub>38</sub>K<sub>38</sub>, второй — 8 т навоза + N<sub>58</sub>P<sub>76</sub>K<sub>76</sub>, третий — 12 т навоза + N<sub>87</sub>P<sub>114</sub>K<sub>114</sub>.

Вспашку осуществляли плугом ПН-4-35, мелкую обработку — луцильником ПЛ-5-25 и тяжелой бороной БДВ-3,0, безотвальную обработку — плоскорезом КПП-2-150. Из удобрений применяли аммиачную селитру, гранулированный суперфосфат, калийную соль и полуперепревший соломистый навоз крупного рогатого скота.

Свойства почвы изучали по общепринятым методикам: структура — методом качания сит (по И.М. Бакшееву), плотность сложения, пористость, водопрони-

Схема обработки почвы под культуры севооборота

Культура севооборота	Варианты обработки почвы			
	1 — постоянная вспашка	2 — постоянная безотвальная обработка	3 — длительное лемешное лушение	4 — длительное дисковое лушение
Однолетние травы	20 (в.)	20 (п.)	10 (л.л.)	Ю (д.б.)
Озимая пшеница	15 (в.)	15 (п.)	10 (л.л.)	Ю (д.б.)
Кукуруза на зерно	25 (в.)	25 (п.)	10 (л.л.)	Ю (д.б.)
Кукуруза на зерно	28 (в.)	28 (п.)	28 (в.)	28 (в.)
Ячмень	15 (в.)	15 (п.)	10 (л.л.)	Ю (д.б.)

Примечание. В. — вспашка, п. — обработка плоскорезом, л.л. — обработка лемешным лущильником, д.б. — обработка дисковой бороной.

цаемость — по Н.А. Качинскому, влажность — весовым методом [1], гумус — по И.В. Тюрину, общий азот — по Кьельдалю, щелочногидролизующий азот — по Корнфилду, аммиачный азот — в одной вытяжке с применением реактива Несслера, нитратный азот — дисульфифеноловым методом, доступный фосфор — по Чирикову, обменный калий — на пламенном фотометре, рН солевой суспензии — потенциометрическим методом, гидролитическая кислотность — по Г. Каппену, сумма поглощенных оснований — методом Каппена-Гильковица, обменные катионы (Са и Mg) — трилометрическим методом [2].

### Результаты

Установлено, что на неудобренных делянках уменьшение содержания водопрочных агрегатов за 10 лет составило: при постоянной вспашке — 4,8%, безотвальной обработке — 3,3, длительном лемешном лушении — 2,7, длительном дисковом лушении — 2,3% (табл. 2).

В вариантах с внесением 12 т навоза +  $N_{87}P_{114}K_{114}$  и проведением длительной мелкой обработки лущильником и бороной наблюдается существенное (на 1,0 и 1,8% соответственно) увеличение содержания водопрочных агрегатов в 2011 г. в сравнении с 2002 г. Наиболее оструктуренной во всех вариантах опыта была нижняя часть (20-30 см) пахотного слоя. Наиболее заметная разница в содержании агрономически ценных агрегатов между нижней (20-30) и верхней (0-10) частями пахотного слоя наблюдалась при систематической безотвальной обработке, которая составила 5,4%, а при постоянной вспашке и длительной обработке лущильником и бороной — соответственно 2,2; 3,5 и 4,3%.

Содержание водопрочных агрегатов в нижней части пахотного слоя при посе- ве и уборке составляло соответственно: в первом варианте — 60,3 и 65,5%, во втором — 61,7 и 66,9%, в третьем — 61,7 и 67,2%, в четвертом — 63,4 и 69,2%.

С повышением уровня удобрений оструктуренность почвы улучшается. Это объясняется более мощным развитием корневой системы культур, которая придает мелким комочкам почвы водопрочную структуру, а также увеличением площади поверхности листьев, способной защищать поле от разрушительного действия воды и ветра.

Таблица 2

**Агрофизические свойства пахотного (0-30 см) слоя почвы в зависимости от обработки и удобрения (числитель — 2002 г., знаменитель — 2011 г.)**

Вариант	Уровни удобрений	Водопрочные агрегаты, %	Объемная масса, г/см <sup>3</sup>	Пористость, %		Водопроницаемость в полевых условиях, мм/ч/см <sup>2</sup>	Влагоемкость, %	
				общая	некапиллярная		общая	капиллярная
1 — постоянная вспашка	0	<u>52,2</u> 47,4	<u>1,19</u> 1,23	<u>58,2</u> 52,8	<u>24,7</u> 22,5	<u>6,92</u> 5,52	<u>47,8</u> 46,5	<u>31,5</u> 29,0
	1	<u>52,0</u> 48,5	<u>1,22</u> 1,25	<u>57,7</u> 54,1	<u>25,1</u> 23,9	<u>6,88</u> 6,08	<u>48,4</u> 47,7	<u>30,7</u> 28,9
	2	<u>52,7</u> 50,5	<u>1,21</u> 1,22	<u>59,1</u> 56,7	<u>24,5</u> 24,7	<u>7,10</u> 6,69	<u>48,5</u> 48,1	<u>31,6</u> 30,4
	3	<u>51,8</u> 51,9	<u>1,22</u> 1,22	<u>58,7</u> 57,5	<u>25,4</u> 26,5	<u>7,02</u> 7,23	<u>49,2</u> 49,4	<u>31,1</u> 30,6
2 — постоянная безотвальная обработка	0	<u>51,8</u> 48,5	<u>1,18</u> 1,33	<u>57,4</u> 52,2	<u>25,1</u> 22,5	<u>7,07</u> 5,44	<u>49,0</u> 47,4	<u>30,9</u> 28,7
	1	<u>51,4</u> 49,3	<u>1,19</u> 1,30	<u>58,2</u> 54,3	<u>24,4</u> 22,8	<u>6,94</u> 5,82	<u>48,7</u> 47,6	<u>31,5</u> 30,0
	2	<u>52,4</u> 51,2	<u>1,21</u> 1,29	<u>59,0</u> 56,5	<u>23,9</u> 23,4	<u>7,04</u> 6,41	<u>47,9</u> 47,2	<u>30,9</u> 30,2
	3	<u>52,7</u> 53,3	<u>1,20</u> 1,26	<u>57,8</u> 56,3	<u>25,0</u> 25,6	<u>6,89</u> 6,67	<u>48,5</u> 48,3	<u>30,8</u> 30,6
3 — длительное лемешное лушение	0	<u>53,0</u> 50,3	<u>1,18</u> 1,26	<u>59,2</u> 55,9	<u>24,7</u> 22,9	<u>6,91</u> 5,78	<u>47,9</u> 46,8	<u>31,9</u> 29,9
	1	<u>52,4</u> 50,8	<u>1,20</u> 1,26	<u>57,8</u> 55,6	<u>23,8</u> 22,7	<u>6,89</u> 6,27	<u>48,4</u> 47,8	<u>30,8</u> 29,6
	2	<u>53,3</u> 52,7	<u>1,19</u> 1,24	<u>58,2</u> 57,2	<u>25,0</u> 24,8	<u>6,98</u> 6,66	<u>48,9</u> 48,6	<u>31,2</u> 30,6
	3	<u>52,4</u> 53,4	<u>1,18</u> 1,22	<u>58,5</u> 59,7	<u>24,7</u> 25,5	<u>7,02</u> 7,25	<u>49,1</u> 49,4	<u>31,5</u> 31,6
4 — длительное дисковое лушение	0	<u>51,5</u> 49,2	<u>1,20</u> 1,25	<u>57,9</u> 55,4	<u>24,2</u> 22,6	<u>6,87</u> 6,04	<u>48,9</u> 48,0	<u>31,5</u> 29,7
	1	<u>53,0</u> 51,8	<u>1,21</u> 1,25	<u>58,4</u> 57,1	<u>25,2</u> 24,4	<u>6,93</u> 6,48	<u>47,9</u> 47,4	<u>31,3</u> 30,5
	2	<u>52,4</u> 52,2	<u>1,22</u> 1,25	<u>58,2</u> 58,7	<u>24,3</u> 24,7	<u>7,04</u> 7,19	<u>48,5</u> 48,5	<u>31,8</u> 31,3
	3	<u>53,2</u> 55,0	<u>1,19</u> 1,22	<u>59,1</u> 61,4	<u>25,3</u> 26,6	<u>7,07</u> 7,63	<u>49,0</u> 49,6	<u>30,9</u> 31,4
НСР <sub>095</sub>		1,0	0,06	1,8	1,2	1,10	0,6	0,7

За 10 лет исследований наиболее уплотнился пахотный слой при постоянной плоскорезной обработке: на неудобренных делянках объемная масса повысилась на  $0,15 \text{ г/см}^3$ , а удобренных 12 т навоза +  $N_{87}P_{114}K_{114}$  — на  $0,06 \text{ г/см}^3$ . Существенное повышение плотности зафиксировано также при длительной обработке луцильником в вариантах без внесения удобрений и удобренных 4 т навоза +  $N_{29}P_{38}K_{38}$ .

Применение удобрений способствовало замедлению нарастания плотности почвы на протяжении двух ротаций севооборота. Так, в среднем по севообороту пахотный слой в 2011 г. в сравнении с 2002 г. уплотнился в неудобренных вариантах на  $0,08 \text{ г/см}^3$ , а на делянках с внесением 12 т навоза +  $N_{87}P_{114}K_{114}$  — на  $0,03 \text{ г/см}^3$ .

Уплотнение пахотного слоя при плоскорезной обработке и длительном лемешном лущении наблюдалось в основном за счет его нижних частей (10-20, 20-30 см). Так, в процессе вегетации озимой пшеницы объемная масса почвы в слоях 0-10, 10-20 и 20-30 см составляла в первом варианте обработки соответственно 1,19; 1,21 и  $1,26 \text{ г/см}^3$ , во втором — 1,22; 1,30 и  $1,39 \text{ г/см}^3$ , в третьем — 1,19; 1,28 и  $1,37 \text{ г/см}^3$ , в четвертом — 1,16; 1,20 и  $1,28 \text{ г/см}^3$ .

За 10 лет исследований общая пористость существенно уменьшилась при систематической вспашке на неудобренных делянках, при внесении 4 т навоза +  $N_{29}P_{38}K_{38}$  и 8 т навоза +  $N_{58}P_{76}K_{76}$ ; при постоянной плоскорезной обработке — во всех вариантах опыта; при длительном лемешном лущении — в неудобренных вариантах и при внесении 4 т навоза +  $N_{29}P_{38}K_{38}$ ; при длительном дисковом лущении — лишь на неудобренных делянках.

Существенное снижение объема некапиллярных пор в 2011 г. в сравнении с 2002 г. зафиксировано при систематической обработке плугом и плоскорезом в неудобренных вариантах и удобренных 4 т/га навоза +  $N_{29}P_{38}K_{38}$ , а также при длительной мелкой обработке луцильником и бороной на делянках без удобрений.

Водопроницаемость почвы в 2011 г. в сравнении с 2002 г. на неудобренных делянках, удобренных 4 т/га навоза +  $N_{29}P_{38}K_{38}$  и 8 т/га навоза +  $N_{58}P_{76}K_{76}$  уменьшилась соответственно по вспашке на 1,40; 0,80 и  $0,41 \text{ мм/ч/см}^2$ , безотвальной обработке — 1,63; 1,12 и 0,63, при длительном лемешном лущении — на 1,13; 0,62 и  $0,32 \text{ мм/ч/см}^2$ .

При внесении наивысшей нормы удобрений наблюдалось увеличение водопроницаемости почвы по вспашке и длительной мелкой обработке луцильником и бороной (соответственно на 3,0; 3,3 и 7,9%) и снижение этого показателя (на 3,2%) по плоскорезной обработке. Существенно снижалась общая влагоемкость пахотного слоя без внесения удобрений во всех вариантах обработки; при внесении 4 т/га навоза +  $N_{29}P_{38}K_{38}$  — по вспашке, безотвальной обработке и длительном лемешном лущении; 8 т/га навоза +  $N_{58}P_{76}K_{76}$  — лишь по плоскорезной обработке. Существенное повышение этого показателя в 2011 г. в сравнении с 2002 г. наблюдается на делянках длительного дискового лущения с внесением 12 т/га навоза +  $N_{87}P_{114}K_{114}$ .

Капиллярная влагоемкость пахотного слоя за десятилетний период при нулевом, первом и втором уровнях удобрений уменьшилась соответственно на 2,5; 1,8 и 1,2% по вспашке; 2,2; 1,5 и 0,7% — при обработке плоскорезом; 2,0; 1,2 и 0,6% — длительном лемешном лущении ( $HCP_{095} = 0,7$ ). Существенного повышения этого показателя не зафиксировано.

В неудобренных вариантах и при внесении на 1 га севооборота 4 т навоза +  $N_{29}P_{38}K_{38}$  ежегодные потери гумуса с пахотного слоя составили соответственно 0,67 и 0,21 т по вспашке, 0,82 и 0,35 т — при плоскорезной обработке, 0,42 и 0,12 — длительном лемешном лущении, 0,38 и 0,08 т при длительном дисковом лущении (табл. 3).

Таблица 3

**Агрохимические свойства пахотного (0-30 см) слоя почвы в зависимости от обработки и удобрения (числитель — 2002 г., знаменатель — 2011 г.)**

Вариант	Уровень удобрений	Гумус	Азот	pH <sub>солевое</sub>	Гидролитическая кислотность	Сумма поглощенных оснований	Степень насыщенности основаниями, %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> + NO <sub>3</sub>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>						
		т/га			моль/100 г почвы									мг/кг почвы				моль/100 г почвы	
1 — постоянная вспашка	0	<u>124,8</u>	<u>10,78</u>	<u>6,14</u>	<u>2,54</u>	<u>23,4</u>	<u>90,2</u>	<u>119,4</u>	<u>76,7</u>	<u>34,3</u>	<u>41,8</u>	<u>16,83</u>	<u>2,13</u>						
		118,1	10,25	6,02	2,70	21,2	88,7	109,1	71,7	32,2	37,8	16,49	2,09						
	1	<u>126,4</u>	<u>10,73</u>	<u>6,14</u>	<u>2,58</u>	<u>22,8</u>	<u>89,8</u>	<u>119,2</u>	<u>76,3</u>	<u>34,7</u>	<u>41,4</u>	<u>16,72</u>	<u>2,11</u>						
		124,3	10,49	6,00	2,82	20,4	87,9	120,7	78,1	34,8	42,0	16,20	2,02						
	2	<u>123,7</u>	<u>10,75</u>	<u>6,20</u>	<u>2,60</u>	<u>23,2</u>	<u>89,9</u>	<u>117,7</u>	<u>78,0</u>	<u>33,7</u>	<u>42,2</u>	<u>16,80</u>	<u>2,12</u>						
		124,3	10,79	5,87	2,90	19,8	87,2	123,2	82,8	36,9	44,6	16,04	1,89						
	3	<u>125,7</u>	<u>10,80</u>	<u>6,14</u>	<u>2,54</u>	<u>22,9</u>	<u>90,0</u>	<u>118,4</u>	<u>76,9</u>	<u>34,0</u>	<u>41,7</u>	<u>16,75</u>	<u>2,13</u>						
		127,0	10,90	5,80	2,97	19,1	86,5	125,7	85,9	38,3	46,9	15,82	1,87						
	2 — постоянная безотвальная обработка	0	<u>123,7</u>	<u>10,83</u>	<u>6,14</u>	<u>2,50</u>	<u>23,5</u>	<u>90,4</u>	<u>117,8</u>	<u>77,4</u>	<u>34,4</u>	<u>42,0</u>	<u>16,69</u>	<u>2,12</u>					
			115,5	10,09	5,83	2,80	20,3	87,9	104,3	70,3	31,5	36,3	16,33	2,05					
		1	<u>124,5</u>	<u>10,73</u>	<u>6,18</u>	<u>2,52</u>	<u>22,8</u>	<u>90,0</u>	<u>116,9</u>	<u>76,3</u>	<u>34,0</u>	<u>42,2</u>	<u>16,78</u>	<u>2,13</u>					
			121,0	10,42	5,75	2,88	19,7	87,2	115,4	75,6	33,7	41,6	16,08	1,98					
2		<u>125,7</u>	<u>10,84</u>	<u>6,22</u>	<u>2,58</u>	<u>22,7</u>	<u>89,8</u>	<u>120,1</u>	<u>76,6</u>	<u>33,8</u>	<u>41,7</u>	<u>16,80</u>	<u>2,14</u>						
		125,8	10,86	5,64	2,97	18,4	86,1	119,8	80,5	36,0	43,7	15,91	1,87						
3		<u>123,3</u>	<u>10,80</u>	<u>6,24</u>	<u>2,49</u>	<u>23,1</u>	<u>90,3</u>	<u>117,3</u>	<u>78,2</u>	<u>34,2</u>	<u>42,4</u>	<u>16,75</u>	<u>2,12</u>						
		124,0	10,85	5,52	3,08	17,7	85,2	122,8	83,9	37,6	45,6	15,68	1,78						
3 — длительное лемешное лушение		0	<u>125,9</u>	<u>10,79</u>	<u>6,11</u>	<u>2,50</u>	<u>22,7</u>	<u>90,1</u>	<u>118,7</u>	<u>78,0</u>	<u>34,3</u>	<u>41,5</u>	<u>16,77</u>	<u>2,12</u>					
			121,7	10,40	6,04	2,68	21,8	89,1	110,7	73,0	32,8	38,3	16,56	2,10					
		1	<u>123,2</u>	<u>10,84</u>	<u>6,18</u>	<u>2,47</u>	<u>23,0</u>	<u>90,3</u>	<u>117,5</u>	<u>77,7</u>	<u>33,9</u>	<u>41,7</u>	<u>16,81</u>	<u>2,12</u>					
			122,0	10,69	5,98	2,80	20,8	88,1	119,9	79,4	35,0	42,2	16,31	2,04					
	2	<u>126,8</u>	<u>10,77</u>	<u>6,15</u>	<u>2,48</u>	<u>23,2</u>	<u>90,3</u>	<u>119,4</u>	<u>76,9</u>	<u>34,4</u>	<u>42,0</u>	<u>16,82</u>	<u>2,14</u>						
		128,0	10,85	5,86	2,92	20,3	87,4	122,0	83,7	36,7	44,5	16,11	1,93						
	3	<u>125,6</u>	<u>10,75</u>	<u>6,20</u>	<u>2,52</u>	<u>23,3</u>	<u>90,2</u>	<u>120,2</u>	<u>77,5</u>	<u>33,7</u>	<u>42,2</u>	<u>16,70</u>	<u>2,15</u>						
		127,6	10,92	5,78	2,98	19,7	86,9	125,3	87,0	38,5	47,0	15,94	1,90						
	4 — длительное дисковое лушение	0	<u>123,4</u>	<u>10,73</u>	<u>6,14</u>	<u>2,48</u>	<u>22,5</u>	<u>90,1</u>	<u>120,0</u>	<u>76,8</u>	<u>33,5</u>	<u>41,9</u>	<u>16,80</u>	<u>2,13</u>					
			119,6	10,42	6,03	2,69	21,5	88,9	111,2	72,7	32,4	38,5	16,58	2,09					
		1	<u>122,9</u>	<u>10,80</u>	<u>6,13</u>	<u>2,51</u>	<u>23,7</u>	<u>90,0</u>	<u>118,6</u>	<u>77,7</u>	<u>34,1</u>	<u>41,7</u>	<u>16,70</u>	<u>2,14</u>					
			122,1	10,68	6,00	2,82	20,6	88,0	121,4	78,8	34,8	42,4	16,38	2,04					
2		<u>124,7</u>	<u>10,82</u>	<u>6,18</u>	<u>2,45</u>	<u>23,0</u>	<u>90,4</u>	<u>119,7</u>	<u>78,3</u>	<u>34,4</u>	<u>42,5</u>	<u>16,71</u>	<u>2,15</u>						
		126,5	10,92	5,85	2,94	20,0	87,2	123,6	83,6	37,0	44,3	16,15	1,92						
3		<u>125,7</u>	<u>10,75</u>	<u>6,16</u>	<u>2,54</u>	<u>23,3</u>	<u>90,2</u>	<u>117,9</u>	<u>77,6</u>	<u>33,7</u>	<u>42,1</u>	<u>16,75</u>	<u>2,13</u>						
		128,0	10,98	5,81	3,00	19,5	86,7	126,6	86,6	38,6	47,2	15,98	1,88						
НСП <sub>095</sub>		2,0	0,20	0,34	0,24	1,9	3,3	4,2	3,4	2,4	1,8	0,79	0,26						

Содержание общего азота в пахотном слое в 2011 г. в сравнении с 2002 г. на неудобренных делянках и удобренных нормой 4 т/га навоза +  $N_{29}P_{38}K_{38}$  уменьшилось соответственно на 4,9 и 2,2% в контрольном варианте обработки; 6,8 и 2,9 — во втором; 3,6 и 1,4 — в третьем; на 2,9 и 1,1% — в четвертом варианте обработки. Этот показатель за указанный период исследований увеличился на 0,23 т/га при длительном дисковом лушении и внесении 12 т/га навоза +  $N_{87}P_{114}K_{114}$  и  $HCP_{095} = 0,20$ .

С повышением уровня удобрений показатели обменной кислотности, суммы поглощенных оснований и степени насыщенности основаниями уменьшаются: на неудобренных делянках соответственно на 0,15; 1,8 ммоль/100 г и 1,6%, а удобренных 8 т/га навоза +  $N_{58}P_{76}K_{76}$  — на 0,38; 3,4 ммоль/100 г и 3,1%. В 2011 г. в сравнении с 2002 г. это снижение при внесении 12 т/га навоза +  $N_{87}P_{114}K_{114}$  составило соответственно при вспашке — 0,34; 3,8 ммоль/100 г и 3,5%, плоскорезной обработке — 0,72; 5,4 и 5,1; длительном лемешном лушении — 0,42; 3,6 и 3,3, при длительном дисковом лушении — 0,35; 3,8 ммоль/100 г и 3,5%.

Под влиянием систематического внесения физиологически кислых форм минеральных удобрений наблюдалось повышение гидролитической кислотности почвы; уменьшение обменной кислотности, суммы поглощенных оснований и степени насыщенности основаниями, особенно при плоскорезной обработке.

Так, величина гидролитической кислотности на неудобренных делянках и удобренных 12 т/га навоза +  $N_{87}P_{114}K_{114}$  за 10 лет исследований увеличилась соответственно на 0,16 и 0,43 ммоль/100 г при постоянной вспашке, 0,30 и 0,59 — плоскорезной обработке, 0,18 и 0,46 — длительном лушении, 0,21 и 0,46 ммоль/100г — при длительном дисковании.

С повышением уровня удобрений уменьшается содержание в пахотном слое обменных катионов. Это объясняется тем, что применение минеральных удобрений, особенно азотных, способствует увеличению потерь кальция и магния из почвы. Таким образом, подкисляющее действие аммиачных форм азотных удобрений проявляется не только в их физиологической кислотности, но и в усилении процесса вымывания кальция.

Следует отметить, что многолетними (1975-1984) стационарными опытами на черноземе типичном Белоцерковской опытно-селекционной станции учеными бывшего Всесоюзного НИИ сахарной свеклы установлена аналогичная закономерность. Поэтому, как отмечают исследователи, приходится выбирать: или периодически проводить вспашку и таким образом выравнивать кислотность разных частей пахотного слоя, или чаще осуществлять известкование [5].

Таким образом, при интенсификации земледелия на черноземах типичных лесостепи Украины для предупреждения их деградации и повышения плодородия недостаточно вносить только органические удобрения, необходимо также применять и кальцийсодержащие соединения как мелиоранты. При этом улучшение баланса гумуса и физико-химических показателей плодородия чернозема под влиянием систематического применения органических удобрений и кальцийсодержащих веществ ученые связывают с оптимизацией физических свойств этих почв [7].

Уменьшение обменных катионов кальция и магния в пахотном слое почвы за две ротации севооборота составило соответственно при вспашке — 0,64 и 0,16 ммоль/100 г; плоскорезной обработке — 0,76 и 0,21; длительном лушении — 0,55 и 0,14; длительном дисковании — 0,47 и 0,16 ммоль/100 г.

Содержание доступных форм элементов азотного и зольного питания растений в пахотном слое почвы в 2011 г. в сравнении с 2002 г. снизилось по вспашке и мелкой обработке лишь на неудобренных делянках, а по плоскорезной обработке — еще

и в вариантах с внесением удобрений в норме 4 т/га навоза +  $N_{29}P_{38}K_{38}$ . За 10 лет среднее содержание  $P_2O_5$ ,  $K_2O$ ,  $N-NH_4$  и  $N-NH_4 + N-NO_3$  в пахотном слое почвы повысилось при внесении наиболее высокой нормы удобрений соответственно по вспашке — на 7,3; 9,0; 4,3 и 5,2 мг/кг, безотвальной обработке — 5,5; 5,7; 3,4 и 3,2, длительном лушении — 5,1; 9,5; 4,8 и 4,8, длительном дисковании — 8,7; 9,0; 4,9 и 5,1 мг/кг.

Установлено, что проведение лишь один раз за ротацию севооборота глубокой вспашки (3-й и 4-й варианты) устраняет гетерогенность пахотного слоя на 1,5-2 года. В день сева озимой пшеницы уже наблюдалась дифференциация пахотного слоя чернозема по содержанию растительных остатков и доступных форм элементов питания.

За десятилетний период исследований снижение содержания  $Ca^{2+}$  на неудобренных делянках и при внесении 12 т/га навоза +  $N_{87}P_{114}K_{114}$  составило соответственно 0,34 и 0,93 ммоль/100 г почвы в первом варианте обработки; 0,36 и 1,07 — во втором; 0,21 и 0,76 — в третьем; 0,22 и 0,77 ммоль/100 г — в четвертом.

Продуктивность севооборота при длительной мелкой обработке была на уровне контроля, а при безотвальной — существенно ниже. Сухого вещества урожая собрано на 5-7 ц/га больше при систематической обработке почвы плугом, чем при обработке плоскорезом.

### Выводы

1. Ежегодное внесение на 1 га пашни севооборота 8 т навоза +  $N_{58}P_{76}K_{76}$  способствует стабилизации структурного состояния пахотного слоя чернозема типичного лишь при проведении длительной мелкой обработки.

2. Плотность пахотного слоя при постоянной обработке почвы плоскорезом, длительной — лущильником и бороной соответственно на 0,10; 0,06 и 0,04 г/см<sup>3</sup> выше, чем при систематической вспашке.

3. Существенное увеличение объема некапиллярных пор и гумуса в пахотном слое наблюдается лишь при длительной обработке почвы дисковой бороной и ежегодном на протяжении 10 лет внесении 12 т/га навоза +  $N_{87}P_{114}K_{114}$ .

4. Продуктивность севооборота существенно ниже при постоянной безотвальной, чем отвальной, обработке почвы. При систематической вспашке и мелкой обработке (лемешным лущильником, дисковой бороной) продуктивность севооборота остается практически на одном уровне.

### Библиографический список

1. Вадюта Л.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. М.: Агропромиздат, 1986. 416 с.
2. Грицаенко З.М. Методи бюлочнох агроліній досліджень рослин і ґрунтів. К.: ЗАТ «Шчлава», 2003. 320 с.
3. Сценко В. О. Мшшшлпашчя мехашщного обробчта ґрунту при вирощувашш кукурудзи. Умань, 2007. 157 с.
4. Екологшш проблеми землеробства / За ред. І.Д. Примака. К.: Центр учової літератури, 2010. 456 с.
5. Зубенко В.Ф. Урожайность культур и баланс элементов питания в свекловичных севооборотах при разных дозах удобрений и способах обработки почвы // Весник сельскохозяйственной науки, 1986. № 11. С. 50-59.
6. Медведев В.В. Почвенно-технологическое районирование пахотных земель Украины. Харьков: Изд-во «13 типография», 2007. 395 с.
7. Медведев В.В. Структура почвы (методы, генезис, классификация, эволюция, география, мониторинг, охрана). Харьков: Изд-во «13 типография», 2008. 406 с.



8. Охорона ґрунтів / Шичула М.К., Гнатенко О.Ф., Петренко Л.Р., Капштик М.В. К.: Т-во «Знання», 2004. 398 с.

9. Ресурсозберігаючі технології механічного обробітку ґрунту в сучасному землеробстві України / За ред. І.Д. Примака. К.: КВІЦ, 2007. 272 с.

10. Сайко В.Ф. Системи обробітку ґрунту в Україні / В.Ф. Сайко, А.М. Малієнко. К.: ВД «ЕКМО», 2007. 44 с.

### **Информация об авторах**

**Примак Иван Дмитриевич** — д. с.-х. н., проф., зав. каф. земледелия, геодезии и метеорологии Белоцерковского национального аграрного университета.

**Колесник Татьяна Васильевна** — соискатель, старший лаборант кафедры земледелия, геодезии и метеорологии Белоцерковского национального аграрного университета; e-mail: kolesni-tanja@rambler.ru.

### **Information about the authors**

**Ivan Dmitrievich Primack** — doctor of agricultural sciences, professor, head of the department of agriculture, geodesy and meteorology Belotserkovsky national agrarian university, phone: 33-11-82, e-mail: LI\_prymak@ukr.net.

**Tatyana Kolesnik** — applicant, senior assistant department of agriculture, geodesy and meteorology Belotserkovsky national agrarian university, phone: 33-11-14, e-mail: kolesni-anjat@rambler.ru.