

УДК 631.4:632.(470.31)

## РЕГУЛИРОВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ЗАСОРЕННОСТИ ПОЧВЫ В СИСТЕМЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ РОССИИ

А.И. ПУПОНИН, А.В. ЗАХАРЕНКО

(Кафедра земледелия и методики опытного дела)

**Сообщается о закономерностях изменения количественных и качественных параметров засоренности почвы семенами и органами вегетативного размножения сорных растений под действием многолетнего применения отдельных элементов системы земледелия и их сочетаний.**

Агроландшафты Нечерноземной зоны России характеризуются весьма высоким уровнем потенциальной засоренности почвы семенами и органами вегетативного размножения сорных растений. В полевых условиях она достигает 3 млрд шт/га и более [1, 2, 13, 14].

Огромные потенциальные запасы в почве семян («банк» семян) и вегетативных зачатков сорняков, высокая семенная продуктивность последних являются одними из основных причин биоценотической приспособляемости сеgetальной флоры, что, в свою очередь, способствует сохранению ее стабильности в агрофитоценозах [4, 9]. В этой связи поиск

путей снижения засоренности почвы имеет большое теоретическое и практическое значение для разработки системы управления сорным компонентом агрофитоценоза.

Естественное очищение почвы от запасов семян сорняков происходит в основном путем прорастания семян и вследствие потери ими жизнеспособности под действием факторов окружающей среды [3, 11, 12]. Потеря жизнеспособности семян сорняков в почве обусловлена как внешними, так и внутренними причинами. Внешние причины связаны главным образом с микробиологической активностью почвы, вызывающей гибель многих семян сорня-

ков, даже с твердой оболочкой. Особенно агрессивны по отношению к семенам сорняков почвенные грибы, активность которых усиливается с повышением температуры, влажности и аэрации. Внутренние причины отмирания семян сорняков определяются происходящими при старении семян истощением запасов метаболитов и накоплением токсических метаболитов в результате самоокисления липидов под действием высокой температуры и влажности [1, 3, 5, 10, 15].

Цель наших исследований — разработка научных основ регулирования потенциальной засоренности почвы при совершенствовании отдельных элементов системы земледелия. В связи с этим необходимо было решить следующие задачи:

— определить характер и направленность изменения потенциальной засоренности почвы семенами и органами вегетативного размножения сорных растений под действием разных систем обработки почвы;

— изучить особенности формирования потенциальной засоренности почвы в севооборотах различной специализации;

— определить эффективность гербицидов в регулировании потенциальной засоренности почвы;

— установить влияние органических и минеральных удобрений на потенциальную засоренность почвы.

### Методика

Исследования проводили в 1983—1996 гг. на экспериментальной базе МСХА в учхозе

«Михайловское» Подольского района Московской области в многофакторных полевых стационарных опытах кафедры земледелия и методики опытного дела. Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая. Подробное описание программ исследований и схем экспериментов приведено в работах [7, 8].

### Результаты

В системе управления сорным компонентом агрофитоценоза большую роль играет механическая обработка почвы, которая оказывает существенное влияние на фактическую засоренность верхней части пахотного слоя. Формирование потенциальной засоренности почвы при разных системах обработки зависит прежде всего от заделки семян и перемещения их и вегетативных зачатков сорняков в обрабатываемом слое. Кроме того, при каждой системе обработки формируется определенный агроэкологический фон, который влияет на интенсивность прорастания семян и появления всходов сорных растений [6].

Эффективность регулирующего воздействия на сорный компонент агрофитоценоза может в значительной мере снижаться, если не учитывать такие биологические особенности семян сорняков, как длительное (до 10 и более лет) сохранение их жизнеспособности в почве и растянутый во времени период прорастания.

Огромные потенциальные запасы жизнеспособных семян и органов вегетативного размножения сорняков в почве представляют

значительную опасность для культурных растений даже при абсолютно чистом посевном материале и отсутствии поступления семян сорняков с другими источниками. Особую актуальность эта проблема приобретает при широком внедрении систем безотвальной и минимальной обработки, поскольку основная масса семян и органов вегетативного размножения сорняков концентрируется в верхнем слое почвы.

В наших экспериментах засоренность почвы семенами сорняков перед закладкой опыта была достаточно высокой — 253—374 млн шт/га. В результате 20-летнего применения изучаемых систем механической обработки в сочетании с удобрениями и герби-

цидами в зерноотрапном и плодосменном севооборотах потенциальная засоренность почвы заметно уменьшилась (табл. 1). Причем в слое 0—30 см засоренность почвы при системах минимальной обработки почвы была в среднем на 37—47% выше, чем в варианте отвальной обработки почвы. Наибольший эффект получен при системе отвальной и сочетании отвальной и нулевой обработки почвы. Так, на 12-й год (1984 г.) засоренность почвы в слое 0—30 см при системе отвальной обработки составила 40,3% к исходной засоренности, при сочетании отвальной и нулевой — 42,5%, а на 20-й год (1992 г.) — соответственно 30,1 и 31,3% (см. табл. 1).

Таблица 1

Потенциальная засоренность почвы при разных системах обработки

Система обработки почвы (условное название)	Засоренность почвы					
	семена (слой 0—10 см), млн шт/га			органы вегетативного размножения (слой 0—40 см), см/м <sup>2</sup>		
	(исходная), 1972*	1984 г.	1992 г.	(исходная), 1973*	1983 г.	1990 г.
Отвальная	253,0	85,4	62,6	1048	66	84
Нулевая	353,0	183,9	155,1	2339	539	365
Поверхностная	336,0	127,6	115,9	1152	358	123
Чизельная	299,0	126,4	101,5	1048	187	104
Роторная	316,0	139,5	123,5	1022	204	156
Плоскорезная	253,0	115,2	106,8	928	338	216
Сочетание отвальной и нулевой	374,0	143,8	108,4	3090	67	75

\* Данные Б.А. Смирнова.

Под действием многолетнего применения разных систем обработки почвы в сочетании с гербицидами значительные изменения в численности и видовом составе семян сорняков наблюдались и в

зернопропашном севообороте. Так, исходная засоренность почвы в слое 0—30 см перед закладкой опыта варьировала от 1292 млн шт/га при системе комбинированной обработки до

1496 млн шт/га при трехъярусной и отвальной обработке с фрезерованием. На 20-й год общие запасы семян сорных растений в почве значительно снизились по сравнению с исходным уровнем: при системах отвальной обработки — на 87,3%, комбинированной — 87,1%, отвальной с фрезерованием — 86,6%.

При системе чизельной обработки с фрезерованием в слое почвы 0—10 см запасы семян сорняков составили 56,2% от их общего уровня в слое почвы 0—30 см. При системах фрезерной минимальной, комбинированной, фрезерной интенсивной, отвальной с дискованием, чизельной с фре-

рованием более 50% общего потенциального запаса семян сорняков в слое почвы 0—30 см сосредоточено в слое 0—10 см.

В этой связи весьма перспективна оценка зависимости засоренности посевов полевых культур от ее уровня в верхней части пахотного слоя почвы. Наши исследования позволили выявить корреляционную зависимость между количеством семян сорняков в слое почвы 0—10 см и засоренностью посевов полевых культур при системах фрезерной минимальной (коэффициент корреляции 0,78), отвальной с фрезерованием (0,84) и чизельной обработки с фрезерованием (0,92) (табл. 2).

Таблица 2

Показатели корреляционной зависимости между потенциальной засоренностью в слое почвы 0—10 см и засоренностью посевов полевых культур в начале вегетации при разных системах обработки почвы (среднее за 1987—1992 гг.)

Система обработки почвы	Засоренность		Коэффициент			$t_{05}^{\text{факт}} = 2,09$
	почва, млн шт/га, x	посевы, шт/м <sup>2</sup> у	корреляции, r	регрессии, b <sub>yx</sub>	детерминации, d <sub>yx</sub>	
Отвальная	88,6	69	0,43	0,24	0,18	0,97
Комбинированная	85,1	44	0,52	0,39	0,27	1,7
Фрезерная минимальная	111,5	90	0,78	0,76	0,61	2,37
Фрезерная интенсивная	108,0	113	0,24	0,20	0,10	0,43
Отвальная с фрезерованием	85,9	70	0,84	1,02	0,71	2,82
Отвальная с дискованием	110,8	104	0,62	0,68	0,38	1,52
Чизельная с фрезерованием	124,1	110	0,92	1,12	0,85	3,70
Трехъярусная отвальная с фрезерованием (по фону навоза)	102,3	53	0,16	0,05	0,03	0,22
То же, без навоза	92,1	47	0,47	0,34	0,22	0,96

Судя по значениям коэффициентов детерминации, от 61 до 85% изменений засоренности посевов полевых культур при данных системах обработки обусловлено изменениями потен-

циальной засоренности почвы в слое 0—10 см. При системе отвальной обработки корреляционная связь между этими показателями значительно слабее ( $r = 0,43$ ).

Для прогнозирования засоренности посевов полевых культур ( $y$ , шт/м<sup>2</sup>) в зависимости от числа семян сорных растений в слое почвы 0—10 см ( $x$ , млн шт/га) могут быть использованы следующие уравнения линейной регрессии:  $y = 0,76x + 15,5$  (фрезерная минимальная обработка почвы);  $y = 1,02x - 21,9$  (отвальная с фрезерованием);  $y = 1,12x - 9,18$  (чизельная с фрезерованием).

Различия в потенциальной засоренности почвы при разных системах механической обработки обусловлены неодинаковым воздействием рабочих органов почвообрабатывающих орудий на почву. Например, при вспашке верхний 5-сантиметровый слой почвы с осыпавшимися семенами сорняков практически равномерно распределяется по слоям 10—15, 15—20 и 20—25 см. Аналогичным образом распределяется данный слой на 4 части (с добавлением слоя 30—35 см) при трехъярусной вспашке. При использовании орудий с активными рабочими органами (ротационный плуг ПР-2,7 и фрезерный культиватор КФГ-3,6) от 30 до 40% верхнего 5-сантиметрового слоя не перемещается. При обработке почвы паровым культиватором на глубину 15 см только 23% семян сорняков перемещается в слой 5—10 см, а все остальные сохраняются в верхнем 5-сантиметровом слое. При основной обработке почвы чизельными плугами ПЧ-4,5 или ПЧК-2,5 на глубину 38—40 см только 20—25% семян сорняков перемещается в слой 5—40 см, а остальные также остаются в верхнем 5-сантиметровом слое.

Таким образом, при минимализации основной и предпосевной обработки почвы ее верхний 5-сантиметровый слой, в котором сосредоточена основная масса жизнеспособных семян сорняков, практически не перемещается, что и является одной из основных причин высокой засоренности посевов сельскохозяйственных культур в начале вегетации при таких системах обработки.

В зернотравяном, плодосменном и зернопропашном севооборотах на 20-й год исследований в слое почвы 0—30 см обнаружены семена 39 видов сорняков, в том числе 26 малолетних и 13 многолетних. Преобладали семена малолетних видов сорных растений (до 90% от общего числа семян в слое 0—30 см). При системах минимальной обработки в слое почвы 0—30 см были наиболее распространены семена таких сорняков, как *Galeopsis speciosa* Mill. (20% общего числа семян), *Chenopodium album* L. (10%), *Matricaria inodora* L. (10%), *Polygonum* sp. (10%).

Одной из основных биологических особенностей многолетних сорняков, сильно затрудняющих борьбу с ними, является их способность размножаться и отращивать в больших количествах при помощи органов вегетативного размножения (корневищ, корневых отпрысков и др.). Многолетнее применение систем минимальной обработки почвы в сочетании с гербицидами способствует уменьшению засоренности почвы в слое 0—40 см органами вегетативного размножения многолетних сорняков (см. табл. 1). При высокой исходной засоренности

почвы вегетативными зачатками на 18-й год исследований под действием изучаемых факторов она уменьшилась до 10—15% к исходному уровню.

Без интенсивного механического воздействия на пахотный слой почвы корневые системы многолетних сорняков распределялись поверхностно, тогда как при многооперационной системе отвальной обработки корни и корневые отпрыски многолетников имели тенденцию к более глубокому расположению по профилю почвы (рис. 1).

На 12-й год в плодосменном севообороте засоренность почвы в слое 0—10 см значительно уменьшилась по сравнению с исходным уровнем (табл. 3). В зернотравяном севообороте засоренность данного слоя почвы также замет-

но сократилась и составила 143,3 млн шт/га, или 45,9% к исходному уровню. Темпы снижения засоренности почвы в обоих севооборотах составили соответственно 16,0 и 14,1 млн шт/га в год.

Аналогичная тенденция характерна и для слоя 10—30 см. В зернотравяном севообороте на 12-й год потенциальная засоренность уменьшилась по сравнению с исходным уровнем на 40% и составила 240,4 млн шт/га, а на 20-й год — соответственно на 47% и 210,2 млн шт/га. Темпы снижения — 9,5 млн шт/га в год. В плодосменном севообороте засоренность на 12-й и 20-й годы составила 54,2% и 46,3%. Темпы снижения — 10,8 млн шт/га.

Характер изменений засоренности почвы в севооборотах раз-

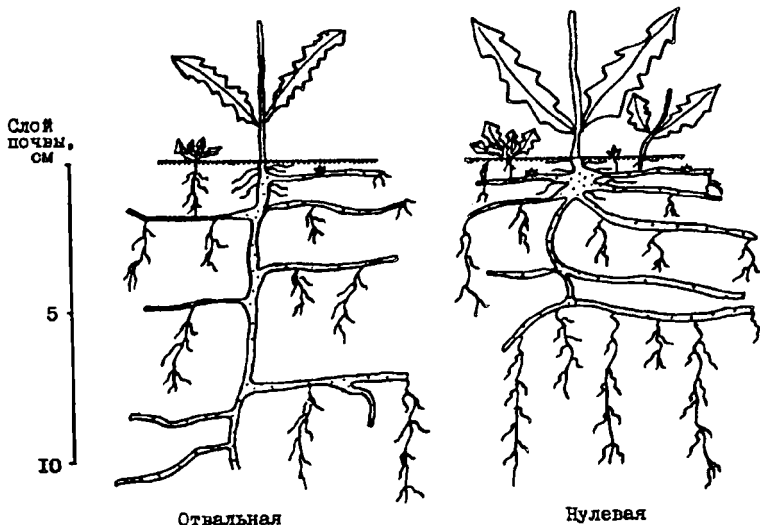


Рис. 1. Характер распределения корневой системы осота полевого по профилю почвы при отвальной и нулевой системах обработки.

**Засоренность почвы семенами малолетних сорняков  
в различных севооборотах**

Севооборот	Исходная засоренность, 1972 г.*		Засоренность в 1984 г.		Засоренность в 1992 г.	
	млн шт/га	% к слою 0—30 см	млн шт/га	% к исходной	млн шт/га	% к исходной
<i>Слой 0—10 см</i>						
Зернотравяной	312,0	43,9	143,3	45,9	119,0	38,1
Плодосменный	312,0	43,9	120,0	38,5	101,9	32,7
<i>Слой 10—30 см</i>						
Зернотравяной	400,0	56,2	240,4	60,1	210,2	52,6
Плодосменный	400,0	56,2	216,7	54,2	185,0	46,3

\* Данные Б.А. Смирнова.

личной специализации во многом обуславливается динамикой видового состава семян сорняков, сосредоточенных в пахотном слое почвы. В зернотравяном севообороте преобладали семена сорняков *Polygonum convolvulus* L., *Chenopodium album* L., *Galeopsis speciosa* Mill., *Apera spica venti* (L.) P.B.; в плодосменном — *Spergula arvensis* L., *Matricaria inodora* L., *Stellaria media* (L.) Cyr.

Таким образом, плодосменный севооборот оказывает более интенсивное регулирующее воздействие на сорный компонент агрофитоценоза в сравнении с зернотравяным (75% зерновых культур).

Снижение засоренности пахотного слоя почвы семенами сорняков при систематическом применении гербицидов происходит прежде всего за счет уничтожения вегетирующих сорняков и сокращения их семенной продуктивности. Установлено, что при ежегодном применении гербицидов засо-

рненность почвы в слое 0—30 см на 6-й год уменьшилась на 33% по сравнению с исходным уровнем и на 22% по сравнению с контролем без применения гербицидов (рис. 2).

На 12-й год засоренность почвы в слое 0—30 см на фоне применения гербицидов уменьшилась по сравнению с исходной на 38%, в том числе в слое почвы 0—10 см — на 45% и в слое 10—30 см — на 32%. Характерно, что темпы снижения засоренности почвы на фоне применения гербицидов в 1978—1984 гг. были несколько меньше, чем в начальный период (1972—1978 гг.). На 20-й год засоренность почвы в слое 0—30 см на фоне применения гербицидов с 1973 г. составила 308,1 млн шт/га, или 43% к исходному уровню. Несмотря на заметные различия в темпах снижения засоренности почвы в слое 0—30 см семенами сорняков на изучаемых фонах применения гербицидов (1973 и 1981 гг.) в период

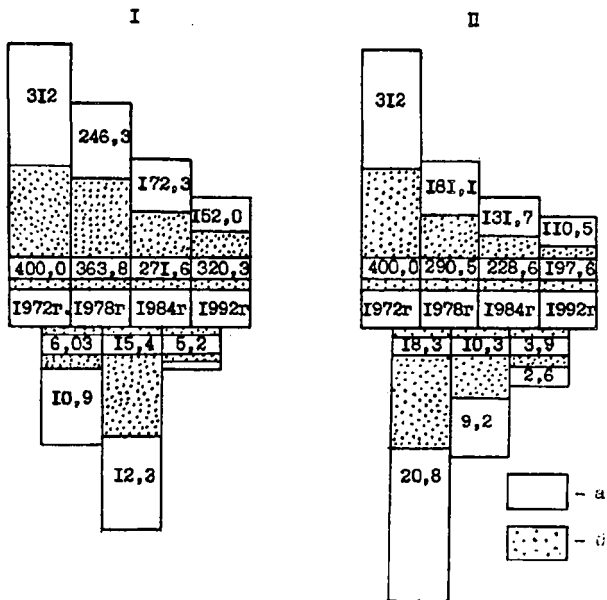


Рис. 2. Действие гербицидов на засоренность почвы семенами малолетних сорняков (вверху — засоренность почвы семенами, млн шт/га; внизу — темпы снижения засоренности почвы (млн шт/га в год).  
 I — гербициды с 1981 г.; II — гербициды с 1973 г., а — слой почвы 0—10 см; б — слой почвы 10—30 см.

1981—1984 гг., в дальнейшем наблюдалось выравнивание темпов снижения засоренности почвы. В среднем за 20 лет на фоне применения гербицидов с 1981 г. ежегодно количество сорняков уменьшалось на 16,5 млн шт/га, в том числе 8,0 млн шт/га в слое почвы 0—10 см и 8,5 млн шт/га в год в слое 10—30 см. На фоне применения гербицидов с 1973 г. этот показатель был более высоким: соответственно 10,1 и 10,2 млн шт/га.

Систематическое применение гербицидов оказало заметное влияние на видовой состав семян со-

рняков в слое 0—30 см. На 20-й год исследований под действием гербицидов в почве значительно уменьшилось число семян *Polygonum convolvulus* L., *Chenopodium album* L., *Scleranthus annuus* L., *Raphanus raphanistrum* L.

Заметно сокращается засоренность почвы органами вегетативного размножения многолетних сорняков. На 18-й год засоренность в слое 0—40 см органами вегетативного размножения многолетних сорняков на фоне применения гербицидов с 1973 г. составила 95,1 см/м<sup>2</sup> (6% к исходному уровню), а с 1981 г. — 208,2 см/м<sup>2</sup> (14%).



Нами установлено, что интенсивность и направленность регулирующего воздействия удобрений на засоренность почвы определяются видовым составом семян и органов вегетативного размножения многолетних сорняков. На 20-й год наиболее высокий уровень потенциальной засоренности почвы в слое 0—30 см (217,9 млн шт/га) отмечен на неудобренном фоне. Систематическое применение полного минерального удобрения способствовало снижению потенциальной засоренности почвы на 10%, а при внесении двойной нормы полного минерального удобрения — на 23% по сравнению с неудобренным фоном.

При внесении полуперепревшего навоза в норме 45 т/га (после 6—7 мес его хранения в полевых буртах) в почву поступило 4,68 млн шт/га семян сорняков, из которых 1,68 млн шт/га (36% общего числа) жизнеспособные. Больше всего в навозе содержалось семян сорняков *Chenopodium album*, *Polygonum convolvulus* L., *Polygonum aviculare* L., *Polygonum lapathifolium* L., *Galeopsis spiciosa* Mill. (табл. 4).

## Выводы

1. Эффективность регулирующего воздействия на сорный компонент агрофитоценоза систем механической обработки почвы определяется характером заделки семян и перемещения их и органов вегетативного размножения сорных растений в обрабатываемом слое. При системах безотвальной обработки почвы (нулевая, поверхностная, фрезерная минимальная, плоскорезная, чизельная) основная масса жизнеспособных семян сорняков заделывается неглубоко, что способствует более раннему и интенсивному их прорастанию.

2. Системы минимальной обработки почвы в сочетании с гербицидами способствуют существенному уменьшению засоренности пахотного слоя семенами и органами вегетативного размножения сорных растений (за 20 лет на 66—75%).

3. Между числом семян сорняков в слое почвы 0—10 см и засоренностью посевов полевых культур выявлена существенная корреляционная зависимость при

Таблица 4

Засоренность навоза крупного рогатого скота семенами сорных растений (среднее за 1987, 1988 и 1990 гг.)

Видовой состав семян	Засоренность, тыс. шт/т		Поступает в почву с навозом при норме внесения 45 т/га, тыс. шт/га	
	всего	в т.ч. жизнеспособных	всего	в т.ч. жизнеспособных
<i>Chenopodium album</i> L.	42	13	1890	585
<i>Polygonum convolvulus</i> L.	17	8	765	360
<i>Polygonum aviculare</i> L.	13	3	585	135
<i>Polygonum lapathifolium</i> L.	9	4	405	180
<i>Galeopsis speciosa</i> Mill.	8	4	360	180
Другие виды	15	5	675	225
Всего	104	37	4680	1665

системах фрезерной минимальной (коэффициент корреляции 0,78), отвальной с фрезерованием (0,84) и чизельной с фрезерованием (0,92). При системе отвальной обработки корреляционная связь между этими показателями значительно слабее (0,43).

4. Без интенсивного механического воздействия на весь пахотный слой почвы корневые системы многолетних сорняков (*Agropyrum repens* L., *Equisetum arvense* L., *Cirsium arvense* L.) размещаются преимущественно в верхней части (0—15 см) пахотного слоя. При отвальной обработке почвы корневые системы этих сорняков проникают в более глубокие слои.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Груздев Г.С.* Проблемы борьбы с сорняками на современном этапе. — В кн.: Актуальные вопросы борьбы с сорными растениями. М., 1980, с. 3—15. — 2. *Мальцев А.И.* Сорная растительность СССР и меры борьбы с ней. М.: Сельхозгиз, 1936. — 3. *Манько Ю.П.* Научные основы и приемы снижения потенциальной засоренности пашни в интенсивном земледелии Лесостепи Украины, докт. дис. Киев, 1990. — 4. *Миркин Б.М.* Теоретические основы современной фитоценологии. М.: Наука, 1985. — 5. *Овчаров К.Е.* Физиология формирования и прорастания семян. М.: Колос, 1976. — 6. *Пупонин А.И.* Обработка почвы в интенсивном земледелии

Нечерноземной зоны. М.: Колос, 1984. — 7. *Пупонин А.И., Смирнов Б.А., Захаренко А.В.* Действие многолетнего применения систем обработки почвы и гербицидов на засоренность посевов и урожайность полевых культур. — Вестник с.-х. науки, 1988, № 2, с. 103—109. — 8. *Пупонин А.И., Захаренко А.В., Дебердеев К.Ш.* Действие разных систем обработки почвы, удобрений и гербицидов на засоренность посевов и урожайность сельскохозяйственных культур. — Изв. ТСХА, 1991, вып. 6, с. 12—24. — 9. *Раменский Л.Г.* Проблемы и методы изучения растительного покрова. — Избр. работы. Т. 1. М.: Наука, 1971. — 10. *Робертс Е.* Влияние состояния покоя на выживаемость семян в почве. Жизнеспособность семян. М.: Колос, 1978. — 11. *Фисюнов А.В.* Обработка почвы и семена сорняков. — Земледелие, 1982, № 5, с. 19—21. — 12. *Хомко Л.С.* Меры борьбы с сорной растительностью в полевых севооборотах. — Тр. Ставропольского НИИ СХ. Ставрополь, 1977, вып. 40, с. 45—53. — 13. *Шевелев Н.И.* Сорные растения и меры борьбы с ними. М.: Сельхозгиз, 1932. — 14. *Ennis W.* Integration of control technologies: Integrated control of weeds. Tokyo, 1977, p. 229—243. — 15. *Harper I.* — Aspects of weed competition. Proc. 7-th Brit. Weed cont. conf. — Brighton, 1964, vol. 1, p. 32—33.

*Статья поступила 13 июля 1998 г.*

#### SUMMARY

Variations in quantitative and qualitative parameters of soil weediness by seed and organs of vegetative propagation of weeds under the effect of applying certain elements of farming system and their combination for many years have been determined.