

УДК 633.34:632.51(477)

## БИОГЕННЫЙ ВЫНОС ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ СОЕВОГО АГРОЦЕНОЗА В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

*Феликс БРУХАЛЬ, Людмила КРАСЮК**Национальный научный центр «Институт земледелия**Национальной академии аграрных наук»*

**Abstract.** The article presents the research results on the study of the severity of weeds associated with the accumulation and removal from the soil of the main plant nutrients under different methods of basic soil cultivation and the use of herbicides. It has been established that the long-term use of plowing and non-inversion tillage leads to a differentiation of the arable layer in terms of the content of weed seeds. With non-inversion tillage the weed seeds are localized, to a greater extent, in the upper layer, which requires increased protection measures for crops from weed vegetation. The presented scientific information on the quantitative-species composition of weeds, which are formed with different methods of basic soil cultivation, and the data on the amount of nutrients accumulated by individual species of weed plants, makes it possible, under specific conditions, to make the necessary adjustments to the fertilizer system and weed control measures.

**Key words:** Soybean; Weeds; Basic soil cultivation; Herbicides; Elements of nutrition.

**Реферат.** В статье изложены результаты исследований по изучению вредоносности сорняков, связанной с накоплением и выносом из почвы основных элементов питания растений при разных способах основной обработки почвы и применения гербицидов. Установлено, что длительное применение вспашки и безотвальной обработки почвы приводит к дифференциации пахотного слоя по содержанию семян сорняков. При безотвальной обработке почвы, семена сорняков локализуются, в большей степени, в верхнем слое, что требует повышенных мер защиты посевов сельскохозяйственных культур от сорной растительности. Изложенная научная информация о количественно-видовом составе сорняков, которые формируются при разных способах основной обработки почвы, и о количестве питательных веществ накапливаемых отдельными видами сорных растений, дает возможность в конкретных условиях вносить необходимые коррективы в систему удобрения и мер борьбы с сорняками.

**Ключевые слова:** Соя; Сорняки; Основная обработка почвы; Гербициды; Элементы питания.

### ВВЕДЕНИЕ

В Украине на протяжении последних лет существует тенденция к увеличению объёмов производства сои - главной зернобобовой культуры мирового земледелия, за счет расширения посевных площадей. Однако, урожайность сои в производственных условиях остается сравнительно низкой, а существующие технологии ее выращивания не обеспечивают максимальной реализации потенциальных возможностей культуры (Адамень, Ф.Ф. и др. 2006).

Исходя из морфо-биологических особенностей сои, можно утверждать, что эта культура низко конкурентная к сегетальной растительности из-за замедленных процессов роста и развития в начале своей вегетации. Критическим периодом отрицательного влияния сорняков на посевы сои является начальный этап органогенеза, который длится до смыкания листьев растений в рядке. По этому, необходимо обеспечить максимальную защиту посевов сои от сорняков именно на ранних этапах роста и развития сои.

Большинство отечественных и зарубежных исследований по изучению вредоносности сорняков в посевах сельскохозяйственных культур показали, что этот показатель не является постоянной величиной и зависит от метеорологических условий в период вегетации, биологических особенностей конкурирующих растений, технологий обработки почвы, эффективности средств защиты растений и т.д. Из-за высокой семенной продуктивности и особенности сорняков приспосабливаться к условиям окружающей среды, на сегодняшний день пахотные земли имеют высокий уровень засоренности. Ряд авторов отмечают, что на подавляющем большинстве площадей пахотных земель Украины в слое почвы 0-30 см запасы семян сорных растений составляют 1,14-1,17 млрд. шт/га (Танчик, С.П. 1996). При отсутствии надлежащей защиты посевов сельскохозяйственных культур, растения сорняков за вегетацию способны извлечь из почвы (с площади 1 га) 160-200 кг азота, 55-90 кг фосфора и 170-250 кг калия. В результате чего, уменьшается обеспеченность культурных растений элементами питания и снижается урожайность основной продукции.

Целью наших исследований было изучение биогенного выноса питательных веществ сегетальной флорой, как важнейшего фактора усовершенствования приемов борьбы с сорняками и управления продукционным процессом сельскохозяйственных культур.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в течение 2007-2010 гг. в опытном хозяйстве «Чабаны» ННЦ «Институт земледелия НААН». Почва опытного участка - серая лесная легкосуглинистая крупно-пылеватая. Содержание гумуса в пахотном слое почвы за Тюриным составляет 1,37%, подвижного фосфора и обменного калия по Кирсанову, соответственно, 25-27 и 10-14 мг / 100 г почвы. Исследования проводили в семипольном зерно-пропашном севообороте на двух фонах основной обработки почвы: вспашка на 25-27 см и безотвальная обработка на 25-27 см. С 1998 года всю побочную продукцию полевых культур используют в качестве удобрения с внесением  $N_{68}P_{55}K_{62}$  кг/га севооборотной площади. Непосредственно под сою вносили полное минеральное удобрение в дозе  $N_{45}P_{60}K_{60}$  кг/га. Для защиты посевов сои от сорняков применяли почвенный (Фронтьер Оптима, 1,0 л/га) и послевсходовый (Пульсар, 1,0 л/га) гербициды.

Агротехника выращивания сои общепринятая для зоны Лесостепи Украины. В опыте высевали сою сорта Анжелика, который относится к группе раннеспелых сортов. Посев проводили обычным строчным способом с нормой посева - 750 тыс. / га всхожих семян. Предшественник - пшеница озимая.

Учет засоренности посевов проводили три раза за вегетацию: первый в фазе полных всходов культуры, второй – через 30-35 дней (фаза бутонизации) количественно-видовым методом, третий – перед уборкой культуры количественно-весовым методом.

Для изучения влияния длительного применения разных способов основной обработки почвы на потенциальную засоренность, нами был заложен временный модельно-полевой опыт по методике А.М. Малиенка (2003). Соответственно с этой методикой, в полевых условиях формировались отдельные изолированные площадки площадью 1 м<sup>2</sup>, которые заполнялись почвой, отобранной на двух фонах основной обработки из слоев почвы 0-10 и 10-20 см. Через каждые 10 дней проводился учет сорняков, с определением их видового и количественного состава, с последующим их удалением. После этого, почву рыхлили для провокации прорастания семян сорняков. То есть, имитировалась модель искусственного чёрного пара с природными экологическими условиями прорастания семян сорняков в теплый период года (апрель-сентябрь).

Погодные условия в годы проведения исследований были типичными для северной части Лесостепи Украины и, в основном, благоприятными для роста и развития сои. Наиболее благоприятными погодными условиями были вегетационные периоды 2007, 2008 и 2010 гг., когда наблюдался сформированный максимальный уровень урожайности культуры. Однако, 2009 год характеризовался высокой температурой воздуха, и недостаточным количеством влаги на протяжении всего периода вегетации (ГТК=0,9), что оказало отрицательное влияние на рост и развитие, а в конечном итоге и на урожайность сои.

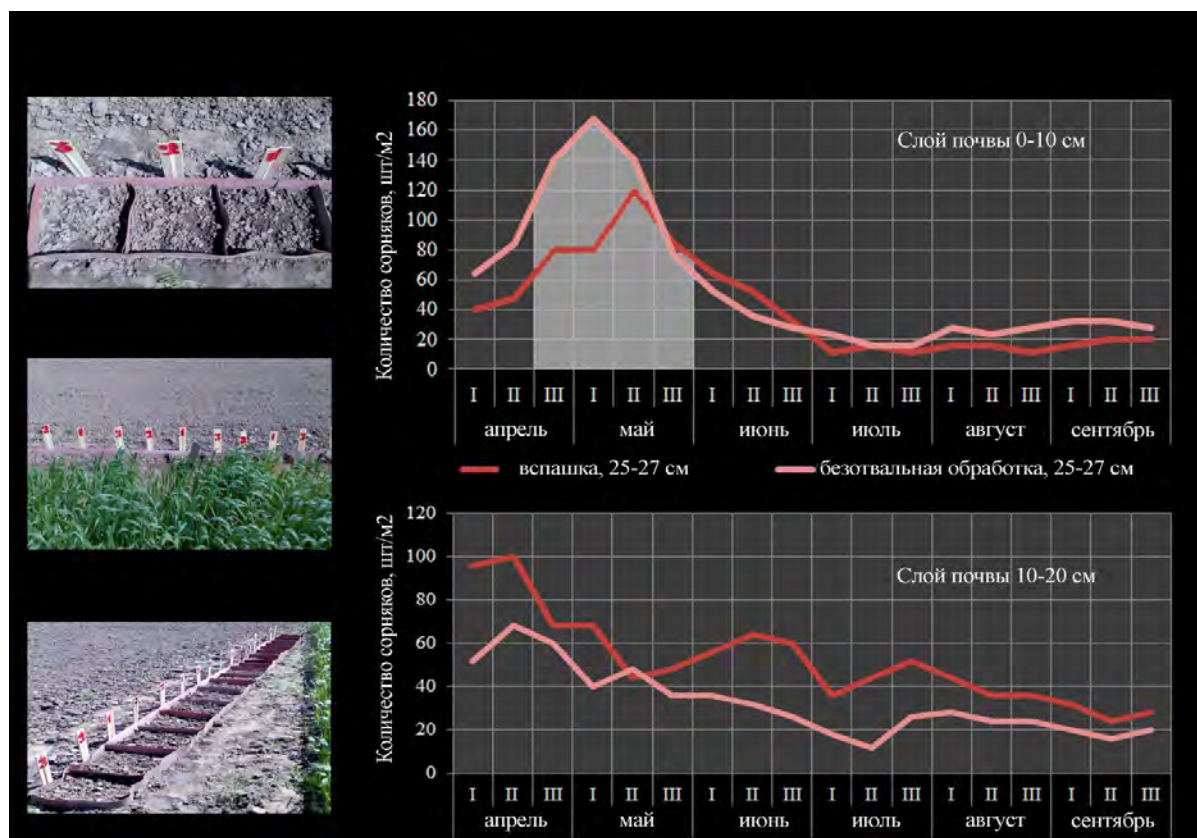
## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Структура засоренности посевов сои во все года проведения исследований имела смешанный характер. Основное количество сорняков составляли однодольные виды - куриное просо (*Echinochloa crus-galli* L.) и щетинник сизый (*Setaria viridis* L.). Среди двудольных преобладали редька полевая (*Raphanus raphanistrum* L.), марь белая (*Chenopodium album* L.), щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus*), фиалка полевая (*Viola arvensis*), паслен черный (*Solanum nigrum*). Многолетние виды сорняков были представлены осотом желтым (*Sonchus arvensis* L.) и розовым (*Cirsium arvense* (L.) Scop.), пыреем ползучим (*Elytrigia repens* L.), хвощом полевым (*Equisetum arvense*). В небольших количествах встречался вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.).

Динамика появления всходов сорняков, а в последствии и разных способов основной обработки почвы, имела четкие сезонные и послойные различия. В апреле-мае провокационная свойственность при безотвальной обработке почвы в слое 0-10 см была выше на 33 %, чем на фоне вспашки (рис. 1). При этом, на вариантах с безотвальной обработкой почвы увеличивалось

количество малолетних однодольных видов сорняков, особенно куриного проса, а также многолетних видов, в частности осота желтого. В этот же период, на фоне вспашки и безотвальной обработки, количество проросших семян сеgetальной флоры, составило 61 - 66 % от общего их количества за весь учетный период.

Начиная с первой декады мая – при вспашке, и второй декады мая – при безотвальной обработке почвы активность прорастания семян сорняков снизилась в 1,6 - 2 раза. На вариантах с безотвальной обработкой почвы количество сорняков, которые дали всходы за этот период, было на уровне традиционной вспашки. Не отмечено существенной разницы и в видовом составе сорняков. Таким образом, на обоих фонах основной обработки почвы, выделяется весенний пик прорастания семян сорных растений.



**Рисунок 1.** Динамика прорастания семян сорняков на фонах вспашки и безотвальной обработки почвы, среднее за 2007-2010 гг.

Данные учета прорастания семян нижнего слоя почвы (10-20 см) при их поверхностном размещении после вспашки и безотвальной обработки почвы свидетельствуют о том, что динамика появления всходов сорняков в этом слое имеет более растянутый характер. Массовое прорастание семян сорняков на обоих фонах основной обработки почвы наблюдалось в апреле месяце. Основное их количество представляли однолетние виды. Многочисленными также были всходы куриного проса, мари белой и щетинника сизого. Во второй половине учетного периода фитоценоз сорняков изменил свой видовой состав. Массово начали появляться всходы новых растений щирицы запрокинутой, редьки дикой и т.д. На фоне вспашки, в среднем за вегетационный период, общее количество проросших семян сорняков составило 62 шт./м<sup>2</sup>, что на 27 % больше, чем на варианте, где применяли безотвальную обработку почвы.

Таким образом, длительное применение вспашки и безотвальной обработки почвы приводит к дифференциации пахотного слоя по содержанию семян сеgetальной флоры. При этом, семена сорняков локализируются, в основном, в верхнем слое почвы, что указывает на необходимость усиленного контроля защиты посевов сельскохозяйственных культурных растений от сорной растительности.

Изучение закономерностей сезонной динамики появления малолетних сорняков, дает возможность спрогнозировать фактически возможную засоренность посевов и наметить эффективные методы, направленные на их уничтожение.

Учет сорняков, проведенный в фазе полных всходов культуры, показал, что на контрольном варианте (без применения гербицидов) засоренность посевов в годы проведения исследований, была высокой и находилась в пределах 98-101 шт/м<sup>2</sup>. Процентное содержание однодольных видов сорняков составляло 65 %, а двудольных – 35 %.

Установлено, что в среднем за годы исследований, длительное применение вспашки и безотвальной обработки почвы не оказывало существенного влияния на засоренность посевов сои, отмечались лишь некоторые отклонения по годам. Так, в 2007 и 2010 году засоренность посевов на фоне вспашки была на 7% выше, по сравнению с безотвальной обработкой. Причиной послужило пересыхание верхнего слоя почвы в начале вегетации культуры. Семена сорняков, которые локализовались в слое 0-10 см, прорастали медленно, либо вовсе не прорастали. На недостаточную увлажненность почвы особенно остро реагировали редька дикая и куриное просо. На время уборки культуры количество и масса сорняков на фоне безотвальной обработки составляли, соответственно, 87 шт. / м<sup>2</sup> и 688 г / м<sup>2</sup>, тогда как на фоне вспашки - 91 шт. / м<sup>2</sup> и 740 г / м<sup>2</sup>.

При достаточном количестве осадков в 2008 году численность и масса сорняков на вариантах опыта была высокой. Наблюдалась тенденция к увеличению количества сорняков по фону безотвальной обработки. В начале вегетации культуры численность сорняков на вариантах с применением вспашки составляла 148 шт. / м<sup>2</sup>, а при безотвальной обработке - на 6 растений больше. В течение вегетации, в результате внутривидовой конкуренции, количество сорняков на фоне вспашки и безотвальной обработки снизилось соответственно на 17 и 15 шт. / м<sup>2</sup>, а их воздушно-сухая масса во время уборки урожая составляла 1103 и 1181 г / м<sup>2</sup>. Наибольшую массу формировали двудольные виды сорняков, а именно - редька дикая и марь белая.

Наиболее критическим как для сорняков, так и для культурных растений, оказался 2009 год. Высокие температурные показатели и незначительное количество осадков в течение вегетационного периода сои, оказали отрицательное влияние на рост и развитие культуры, а также сдерживали появление всходов сорняков и замедляли их развитие. В начале вегетации сои количество сорных растений на фоне вспашки составляло 68 шт. / м<sup>2</sup>, а при безотвальной обработке - 71 шт. / м<sup>2</sup>. В течении вегетации культуры, численность сорняков на обоих фонах обработки почвы почти не изменилась, а их воздушно-сухая масса, на время уборки, составляла 455 и 485 г / м<sup>2</sup>.

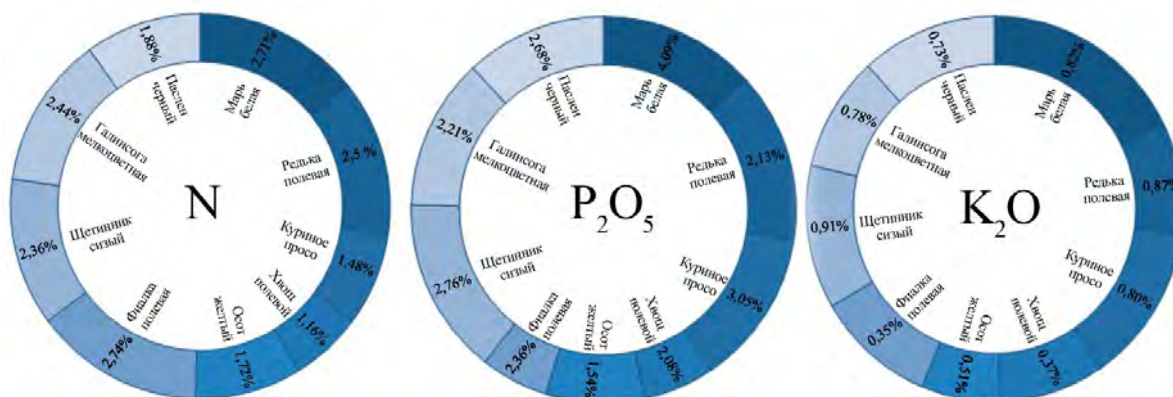
Фитотоксическое действие гербицидов на сорняки в годы исследований было высоким как по фону вспашки, так и по фону безотвальной обработки. При наличии в посевах большого количества двудольных видов сорняков эффективность гербицида Фронтьер Оптима снижалась. Следует отметить, что в условиях недостаточного увлажнения верхнего слоя почвы (что наблюдалось в 2007, 2009, 2010 годах) вследствие медленного перемещения препарата в корневую систему сорняков фитотоксичность данного препарата также снижалась. В среднем, за годы исследований, гибель сорняков на время уборки сои, составила 71,3 %, а снижение их массы относительно контроля – 72 %.

Достаточно эффективным в борьбе с сорными растениями было применение гербицида Пульсар в дозе 1,0 л / га в фазе 2-3-х настоящих листьев у культуры. Снижение общей засоренности посевов по фонам вспашки и безотвальной обработки, составило 82,7 и 81,2 %, причем его фитотоксическое действие было достаточно высоким как на однолетние однодольные (86%), так и двудольные (82%) виды сорняков. На этом варианте, по сравнению с контролем, воздушно-сухая масса сорного компонента снизилась на 82,3 %.

Как известно, вредоносность сорной растительности обусловлена выносом из почвы питательных элементов, что в свою очередь оказывает отрицательное влияние на формирование урожайности сельскохозяйственных культур. В период вегетации сорные растения, для формирования своей биомассы, в зависимости от вида, используют из почвы значительное количество питательных элементов. В результате аналитических исследований нами было установлено, что высокое содержание азота отмечено в растениях фиалки полевой, мари белой, редьки дикой, галинсоги мелкоцветной и щетинника сизого (рис. 2). Эти виды сорняков, используя из почвы большое количество азота, образуют значительную биомассу и способны подавлять культуру и другие виды сорняков.



Куриное просо и марь белая хорошо реагируют на калийные удобрения. Содержание калия в сухом веществе этих видов составляет, соответственно, 3,05 и 4,09%, в то время как у редьки дикой, паслена черного, осота желтого и других видов значение этого показателя было в пределах 2,13-2,76%.



**Рисунок 2.** Содержание элементов питания в наиболее распространённых видах сорняков в посевах сои, % на сухое вещество

Среди исследуемых видов сорняков больше фосфора используют щетинник сизый, редька дикая и марь белая. Содержание фосфора в сухом веществе этих сорных растений выше, по сравнению с представителями других видов, и варьируется в пределах 0,82-0,91%.

Наличие сорных компонентов в посевах сои приводит к значительным потерям питательных веществ, которые возрастают по мере повышения засоренности агрофитоценозов. На варианте без применения гербицидов, вынос азота, фосфора и калия сорняками был высоким: по фону вспашки - 100, 46,9 и 85,0 кг / га, а по безотвальной - 112, 46,3 и 91,8 кг / га (табл. 1).

**Таблица 1.** Вынос основных питательных веществ с почвы сорняками и культурой, среднее за 2007-2010 гг.

Варианты	Вынос элементов питания с почвы, кг/га									Вынос сорняками, % до					
	сорняками			урожаем сои			общий вынос			общего выноса		выноса культурой			
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
вспашка, 25-27 см															
Контроль (без гербицидов)	100	46,9	85,0	62,8	11,9	15,3	162,8	58,8	100,3	61,4	79,8	84,7	-	-	-
Фронтьер Оптима, 1,0 л/га до всходов	33,5	9,8	21,1	108,0	20,5	26,4	141,5	30,3	47,5	23,7	32,3	44,4	31,1	47,8	79,9
Пульсар, 1,0 л/га после всходов	16,5	6,6	14,6	113,0	21,5	27,6	129,5	28,1	42,2	12,7	23,5	34,6	14,6	30,7	52,9
безотвальная обработка, 25-27 см															
Контроль (без защиты)	112	46,3	91,8	64,1	12,2	15,7	176,1	58,5	107,5	63,6	79,1	85,4	-	-	-
Фронтьер Оптима, 1,0 л/га до всходов	57,9	15,0	26,2	108,0	20,5	26,4	165,9	35,5	52,6	34,9	42,3	49,8	53,6	73,2	99,2
Пульсар, 1,0 л/га после всходов	21,7	9,0	15,9	114,0	21,6	27,7	135,7	30,6	43,6	15,9	29,4	36,5	19,0	41,7	57,4

Повышенный вынос основных элементов питания сорняками на фоне безотвальной обработки обусловлен тем, что большая часть питательных веществ и корневой системы растений сои размещаются в верхнем обрабатываемом слое почвы.

Установлено, что применение гербицидов положительно влияло на уменьшение количества сорняков и их массы, способствовало снижению нерациональных расходов питательных веществ из почвы и повышению урожайности культуры. На варианте с применением гербицида Фронтьер Оптима (1,0 л / га) вынос основных элементов питания растениями сорняков было выше, чем в других вариантах и составлял: азота 33,5-57,9; фосфора 9,8-15 и калия 21,1-26,2 кг / га. Это объясняется тем, что данный гербицид имеет недостаточное фитотоксическое действие против двудольных видов сорняков таких как, марь белая и редька дикая, которые в своей вегетативной

массе аккумулируют значительное количество азота, фосфора и калия. На варианте с применением гербицида Пульсар вынос элементов питания был значительно ниже, чем на предыдущем варианте. Не смотря на то, что численность куриного проса на этом варианте больше чем в предыдущем, по биомассе доминировали марь белая и редька дикая, которые использовали значительное количество питательных веществ.

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что вынос основных элементов питания из почвы в большей мере зависит от видового состава и их биологической массы сорных растений, чем от их количества.

Интегральным показателем хозяйственной оценки способов основной обработки почвы и мероприятий по уходу за посевами сельскохозяйственных культур является урожайность. По нашим наблюдениям средняя урожайность сои практически не зависела от способа основной обработки почвы. При условиях достаточного увлажнения верхнего слоя почвы в 2007, 2008 и 2010 году наблюдалось увеличение уровня урожайности культуры на фоне безотвального способа обработки почвы на 15 %, по сравнению со вспашкой. В критических условиях 2009 года, когда на протяжении всей вегетации верхний слой почвы почти не увлажнялся, наблюдалась тенденция к увеличению уровня урожайности сои по фону вспашки. В среднем за годы проведения исследований на контроле (без применения защиты растений) урожайность семян сои составила 1,03 т/га – по фону вспашки, и 1,04 т/га – по фону безотвальной обработки почвы. Применение гербицидов способствовало снижению засоренности посевов сои и как результат, уровень урожайности культуры увеличивался на 40 %. Наивысшую урожайность сои получено на вариантах опыта, где применяли гербицид Пульсар (1,0 л/га). Урожайность семян сои на этом варианте был на уровне 1,98-1,99 т/га. Установлено, что между выносом питательных веществ из почвы сорным компонентом и урожаем культуры существует тесная, обратно пропорциональна корреляционная связь ( $r = 0,788$ ).

## ВЫВОДЫ

Использование сорными растениями питательных веществ зависит от способа основной обработки почвы, уровня засоренности посевов и их видового состава. Проведение систематической обработки почвы плоскорезными орудиями, по сравнению с ежегодной вспашкой, способствует увеличению потерь питательных элементов, что в свою очередь требует повышенных мер борьбы с сорняками. Приведены результаты исследований о количественно-видовом составе сорняков, которые формируются при разных способах основной обработки почвы, и о количестве питательных веществ, накапливаемых отдельными видами сорных растений, дает возможность в конкретных условиях вносить необходимые коррективы в систему удобрения и мер борьбы с сорняками.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. АДАМЕНЬ, Ф.Ф., ВЕРГУНОВ, В.А. и др. (2006). Агробιοлогические особенности возделывания сои в Украине. Киев: Аграрна наука. 455 с. ISBN 966-540-139-4.
2. ІВАЩЕНКО, О.О. (2002). Наші завдання сьогодні. В: Матеріали 3-ї науково-практичної конференції гербологів «Забур'яненість посівів та засоби і методи її зниження». Київ: Світ. С. 3-6.
3. ЛОТОНЕНКО, І.В. (2002). Бур'яни та заходи боротьби з ними. Харків. 104 с.
4. МАЛІЄНКО, А.М., СКУРЯТІН, Ю.М., КОНДРАТЮК, В.В. (2003). Удосконалення методичних підходів оцінки забур'яненості ґрунту. В: Вісник аграрної науки, №5, С. 9–11.
5. МАНЬКО, Ю.П., ВЕСЕЛОВСЬКИЙ, І.В. ОРЕЛ, Л.В., ТАНЧИК, С.П. (1998). Бур'яни та заходи боротьби з ними. 240 с.
6. МАРУЩАК, А.М. (2006). Особливості обробітку ґрунту під кукурудзу в умовах зональної технології її вирощування. В: Збірник наукових праць. Кам'янець-Подільський, Вип. 8, С. 163-166.
7. ПИСАРЕНКО, В.М., ПИСАРЕНКО, П.В. (2007). Захист рослин: Фітосанітарний моніторинг. Методи захисту рослин. Інтегрований захист рослин. Полтава. 256 с. ISBN 978-966-2088-00-7.
8. ТАНЧИК, С.П. (1996). Зміна забур'яненості посівів кукурудзи під впливом різних способів основного обробітку ґрунту. В: Вісник аграрної науки, №4, с. 81-86.

Data prezentării articolului: 25.09.2018

Data acceptării articolului: 29.11.2018