

УДК 631.5:632.51

РОЛЬ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В РЕГУЛИРОВАНИИ СОРНОГО КОМПОНЕНТА АГРОФИТОЦЕНОЗА

А.И. ПУПОНИН, А.В. ЗАХАРЕНКО

(Кафедра земледелия и методики опытного дела)

В результате анализа данных многолетних стационарных опытов установлено влияние систем обработки почвы, удобрений и гербицидов на сорный компонент агрофитоценоза и урожайность полевых культур в зернопропашном, зернотравяном и плодосменном севооборотах. Приводятся данные анализа дисперсий, характеризующих долевое влияние этих элементов системы земледелия и метеорологических условий на урожайность полевых культур.

Переход на ресурсосберегающие технологии обработки способствует сохранению и улучшению почвы как основного средства производства, позволяет экономить энергетические, трудовые и материально-технические ресурсы. Совершенствование в этом направлении традиционных и разработка новых приемов и систем обработки почвы в Центральном районе Нечерноземной зоны России — крупная проблема, имеющая важное народнохозяйственное значение [10].

При минимизации обработки почвы заметно возрастает конкурирующее воздействие сорного компонента агрофитоценоза, что приводит к сокращению продуктивности сель-

скохозяйственных культур [6, 8—11, 17]. В этих условиях для поддержания конкурентоспособности культурных растений необходимо адекватное регулирующее воздействие как на агрофитоценоз в целом, так и на его сорный компонент в частности. Эффективность такого воздействия будет определяться уровнем агроэкологической сбалансированности отдельных элементов системы земледелия.

Главная задача регулирующего антропогенного воздействия состоит не в полном уничтожении сорных растений, а в снижении их вредоносности на основе оптимизации структуры агрофитоценоза. Сорные растения в оптимизирован-

ном агрофитоценозе не исключают-ся, а регулирующее антропогенное воздействие направлено на поддержание их численности на уровне ниже порога вредоносности.

Цель настоящей работы — изучение эффективности многолетне-го регулирующего воздействия отдельных элементов системы земледелия (обработки почвы, севооборота, удобрений, гербицидов) на сорный компонент агрофитоценоза и урожайность сельскохозяйственных культур.

Методика

Исследования проводились в 3-факторных полевых стационарных опытах 9 x 7 x 2 и 7 x 2 x 2, заложенных профессорами Б.А. Доспеховым и А.И. Пупониным на опытном поле Тимирязевской академии в учхозе «Михайловское» Подольского района Московской области. Подробное описание схем опытов и изучаемых систем обработки почвы, норм удобрений и гербицидов, а также метеорологических условий и методики проведения исследований опубликовано ранее [12, 13].

Результаты

Разные по интенсивности и характеру воздействия на дерново-подзолистую среднесуглинистую почву системы обработки оказывали неодинаковое регулирующее воздействие на структуру сорного компонента агрофитоценоза. Так, в среднем за 6 лет IV ротации зерно-пропашного севооборота наиболее высокая численность малолетних сорных растений отмечена при системах фрезерной интенсивной и фрезерной минимальной обработок

почвы (соответственно 67 и 58 шт/м²). Характерно, что уровень засоренности при системе фрезерной интенсивной обработки был статистически достоверно выше, чем при других изучаемых системах обработки, за исключением фрезерной минимальной (табл. 1).

Эффективное регулирующее воздействие оказывали на сорный компонент агрофитоценоза системы трехъярусной и отвальной с фрезерованием и комбинированной обработок, при которых численность малолетних сорняков в среднем за 6 лет была статистически достоверно ниже, чем в варианте с традиционной отвальной системой. Сравнительно высокий уровень засоренности посевов горохоовсяной смеси в 1987 г. при всех системах обработки был обусловлен тем, что гербициды в этих посевах не применялись. Заметное увеличение численности сорных растений в 1991 г. в посевах ячменя определялось не только выпадением обильных осадков и высокой температурой воздуха в начале вегетационного периода, но и внесением под предшествующую культуру навоза, содержащего большое количество жизнеспособных семян сорняков.

При определении эффективности регулирующего воздействия систем обработки почвы на многолетние сорные растения выявлена обратная тенденция. Так, при системе трехъярусной и отвальной с фрезерованием обработок в среднем за 6 лет засоренность посевов многолетними сорняками была наиболее высокой (2,1 шт/м²). Дисперсионный анализ экспериментальных данных позволил установить, что при системах трехъярусной и отвальной с

Т а б л и ц а 1

Засоренность* посевов полевых культур (шт/м²) в зернопропашном севообороте при разных системах обработки почвы

Система обработки почвы	Горохо-овсяная смесь, 1987 г.	Оз. пшеница, 1988 г.	Ячмень, 1989 г.	Картофель, 1990 г.	Ячмень, 1991 г.	Овес, 1992 г.	Среднее за 1987—1992 г.
Отвальная (контроль)	$\frac{95}{2,1}$	$\frac{49}{0,1}$	$\frac{37}{0,9}$	$\frac{8}{0,7}$	$\frac{95}{1,0}$	$\frac{20}{0,6}$	$\frac{51}{0,9}$
Комбинированная	$\frac{73}{2,8}$	$\frac{21}{0,3}$	$\frac{23}{1,6}$	$\frac{8}{0,7}$	$\frac{50}{1,4}$	$\frac{15}{0,9}$	$\frac{32}{1,3}$
Фрезерная минимальная	$\frac{122}{4,5}$	$\frac{45}{0,9}$	$\frac{52}{1,6}$	$\frac{17}{0,7}$	$\frac{85}{2,1}$	$\frac{29}{1,1}$	$\frac{58}{1,8}$
Фрезерная интенсивная	$\frac{119}{2,4}$	$\frac{51}{0,2}$	$\frac{65}{1,6}$	$\frac{13}{0,6}$	$\frac{109}{2,1}$	$\frac{46}{1,4}$	$\frac{67}{1,4}$
Отвальная с фрезерованием	$\frac{78}{2,1}$	$\frac{30}{0,4}$	$\frac{38}{1,1}$	$\frac{10}{0,5}$	$\frac{66}{1,4}$	$\frac{25}{0,9}$	$\frac{41}{1,1}$
Отвальная с дискованием	$\frac{90}{3,0}$	$\frac{22}{0,7}$	$\frac{53}{2,1}$	$\frac{10}{1,0}$	$\frac{70}{2,4}$	$\frac{17}{2,0}$	$\frac{44}{1,9}$
Трехъярусная и отвальная с фрезерованием	$\frac{63}{3,9}$	$\frac{23}{0,6}$	$\frac{25}{2,0}$	$\frac{6}{1,2}$	$\frac{48}{2,6}$	$\frac{10}{2,1}$	$\frac{29}{2,1}$
НСР ₀₅							$\frac{12}{0,5}$

* Здесь и в табл. 2, 3, 6, 7 в числителе — малолетние, в знаменателе — многолетние сорняки.

фрезерованием, отвальной с дискованием и фрезерной минимальной обработок засоренность посевов многолетними сорняками была достоверно выше, чем при отвальной системе.

Таким образом, на основе многолетних экспериментальных данных установлено более интенсивное ре-

гулирующее воздействие на малолетние сорные растения трехъярусной и отвальной с фрезерованием и комбинированной систем обработок почвы в сравнении с многооперационной системой отвальной обработки.

При крайне высоком уровне минимизации (при системе нулевой обработки) интенсивность регули-

рующего воздействия этого фактора на сорный компонент агрофитоценоза весьма незначительна: засоренность посевов зерновых, картофеля и однолетних трав малолетними и многолетними сорняками при такой системе обработки была достоверно выше, чем в контроле. Регулирующее воздействие на сорный ком-

понент систем поверхностной, чизельной, роторной и сочетания отвальной и нулевой обработок почвы было более интенсивным, и статистически значимое увеличение засоренности посевов озимой пшеницы и овса малолетними сорняками отмечено лишь при системе плоскорезной обработки (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Засоренность посевов полевых культур (шт/м²) в зернотравяном и плодосменном севооборотах при разных системах обработки почвы

Система обработки почвы	Оз. пшеница (среднее за 1975, 1976, 1983, 1987, 1991 гг.)	Ячмень (среднее за 1977, 1985, 1989, 1993 гг.)	Однолетние травы (среднее за 1978, 1986, 1990 гг.)	Картофель (среднее за 1976, 1984, 1988, 1992 гг.)	Овес (среднее за 1984, 1988, 1992 гг.)
Отвальная (контроль)	$\frac{59}{1,0}$	$\frac{42}{0,9}$	$\frac{98}{2,6}$	$\frac{19}{1,0}$	$\frac{34}{0,2}$
Нулевая	$\frac{88}{4,9}$	$\frac{78}{5,1}$	$\frac{159}{5,3}$	$\frac{41}{7,1}$	$\frac{99}{2,1}$
Поверхностная	$\frac{74}{3,4}$	$\frac{47}{2,6}$	$\frac{102}{2,4}$	$\frac{20}{1,5}$	$\frac{56}{1,0}$
Чизельная	$\frac{77}{1,3}$	$\frac{45}{1,1}$	$\frac{101}{1,4}$	$\frac{16}{1,1}$	$\frac{48}{0,4}$
Роторная	$\frac{74}{2,0}$	$\frac{48}{1,4}$	$\frac{110}{1,5}$	$\frac{22}{1,3}$	$\frac{57}{0,7}$
Плоскорезная	$\frac{91}{2,1}$	$\frac{60}{1,8}$	$\frac{109}{2,1}$	$\frac{27}{1,5}$	$\frac{70}{0,8}$
Сочетание отвальной и нулевой	$\frac{70}{0,9}$	$\frac{38}{0,8}$	$\frac{95}{1,2}$	$\frac{15}{0,7}$	$\frac{38}{0,3}$
НСР ₀₅	$\frac{24}{2,3}$	$\frac{20}{1,8}$	$\frac{38}{1,9}$	$\frac{12}{4,0}$	$\frac{34}{1,1}$

Таким образом, системы нулевой и плоскорезной обработок дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы характеризуются весьма слабым влиянием на сорный компо-

нент агрофитоценоза. В этом случае возникает необходимость дополнительного антропогенного регулирующего воздействия на сорный компонент.

Установлено, что многолетнее систематическое применение гербицидов на фоне минимизированных систем обработки способствовало значительному уменьшению численности сорных растений в посевах полевых культур. При системе фрезерной минимальной обработки почвы засоренность посевов малолетними сорняками на 22-й год исследований уменьшилась по сравнению с исходным уровнем на 71%, при отвальной с фрезерованием — на 85, при трехъярусной и отвальной с фрезерованием — на 77%.

Важным показателем, характеризующим уровень развития сорного компонента агрофитоценоза и его вредоносность, является накопление сухой массы сорными растениями. При систематическом применении гербицидов (преимущественно производных 2,4-Д) только комбинированная обработка и отвальная с фрезерованием в среднем за годы IV ротации зернопропашного севооборота удерживали накопление сухой массы сорняками на уровне контроля. Системы фрезерной минимальной и фрезерной интенсивной обработок почвы заметно превосходили контроль по накоплению сухой массы как малолетними, так и многолетними сорняками, а системы отвальной с дискованием и трехъярусной и отвальной с фрезерованием — только по сухой массе многолетних сорных растений.

Систематическое применение гербицидов в зернотравяном и плодосменном севооборотах способствовало заметному уменьшению накопления сухой массы сорняка-

ми. Если в среднем за 4 года I ротации зернотравяного севооборота ее накопление малолетними сорняками при системах поверхностной, чизельной и плоскорезной обработки почвы составило соответственно 23,5, 17,1 и 19,5 г/м², то в V ротацию — 5,6; 3,8 и 9,2 г/м², т.е. было ниже на 76, 78 и 53% (табл. 3). Аналогичная тенденция отмечена и по накоплению сухой массы многолетними сорняками. Вместе с тем установлено, что регулирующее воздействие гербицидов группы 2,4-Д на 5—6-й год их применения заметно уменьшается вследствие качественных изменений в структуре сорного компонента агрофитоценоза и интенсивного распространения видов сорняков, устойчивых к действию гербицидов этой группы.

Следовательно, для разработки эффективных регулирующих мероприятий необходимо учитывать не только количественные, но и качественные параметры сорного компонента агрофитоценоза и их изменение под действием отдельных элементов системы земледелия.

Одним из наиболее важных показателей, характеризующих структуру сорного компонента, является видовой состав сорняков. В рассматриваемом опыте доминирующей группой как по численности, так и по вегетативной массе были малолетние сорняки. В зернопропашном севообороте при всех системах обработки почвы наибольшее распространение среди последних за годы IV ротации получили пикульник зябра (34,0—50,2%), виды горцев (21,4—29,7%), трехреберник непахучий (7,6—11,3%), фиалка

Накопление сухой массы сорными растениями (г/м²) при разных системах обработки почвы в сочетании с гербицидами

Система обработки почвы	Зерноотравной севооборот		Плососменный севооборот	
	I ротация* (среднее за 1975— 1978 гг.)	V ротация (среднее за 1991— 1994 гг.)	I ротация* (среднее за 1975— 1978 гг.)	V ротация (среднее за 1991— 1994 гг.)
Отвальная (контроль)	<u>14,3</u> 2,6	<u>2,0</u> 1,4	<u>22,3</u> 4,9	<u>1,7</u> 1,3
Нулевая	<u>22,1</u> 18,0	<u>11,8</u> 3,2	<u>24,5</u> 29,2	<u>14,5</u> 4,5
Поверхностная	<u>23,5</u> 14,1	<u>5,6</u> 1,9	<u>28,3</u> 19,3	<u>5,1</u> 2,0
Чизельная	<u>17,1</u> 5,2	<u>3,8</u> 1,5	<u>26,1</u> 8,5	<u>3,2</u> 1,6
Роторная	<u>19,3</u> 6,0	<u>4,3</u> 1,9	<u>24,9</u> 7,7	<u>5,1</u> 2,3
Плоскорезная	<u>19,5</u> 7,2	<u>9,2</u> 2,1	<u>29,4</u> 2,1	<u>10,4</u> 3,6
Сочетание отвальной и нулевой	<u>12,1</u> 4,3	<u>2,6</u> 0,6	<u>16,6</u> 4,8	<u>1,8</u> 0,5

* Данные А.Д. Чекрыжова здесь и в табл. 6.

полевая (4,3—9,0%) и звездчатка средняя (до 10,2%) (табл. 4). При замене ежегодной вспашки поверхностной, мелкой основной или фрезерной обработками в структуре сорного компонента агрофитоценоза заметно возросла доля звездчатки средней (от 1,9% в контроле до 10,2% при отвальной с дискованием).

Пикульник зябра наибольшее распространение получил при системах отвальной с фрезерованием, отвальной и комбинированной обработок почвы.

Многолетнее регулирующее воз-

действие изучаемых систем обработки в сочетании с гербицидами выразилось в выравнивании в сообществе малолетних сорняков долевого участия дымчатки лекарственной, мари белой, пастушьей сумки, сушеницы топяной, трехреберника непахучего, фиалки полевой. Кроме того, видовое разнообразие малолетних сорных растений значительно увеличилось за счет появления отсутствовавших ранее качима метельчатого, ситника лягушачьего, незабудки, мятлика однолетнего и метлицы полевой.

Таким образом, при многолетнем применении минимизированных систем обработки дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы в сочетании с традиционным ассортиментом гербицидов установлена четко выраженная тенденция изменения структуры сорного компонен-

та агрофитоценоза. На 22-й год исследований в сообществе малолетних сорняков доминирующее положение занимали пикульник зябра, горцы (вьюнковый, развесистый, птичий), трехреберник непахучий, фиалка полевая, звездчатка сред-

Т а б л и ц а 4

Видовой состав малолетних сорняков (% к общему числу малолетних сорняков) в зернопропашном севообороте в среднем за 1987—1992 гг.

Сорное растение	Отвальная (контроль)	Комбинированная	Фрезерная минимальная	Отвальная с фрезерованием	Отвальная с дискованием	Чизельная с фрезерованием	Трехъярусная и отвальная с фрезерованием
Горцы (вьюнковый, птичий, развесистый)	27,6	21,4	29,7	23,0	27,0	27,0	27,7
Дымянка лекарственная	0,2	0,5	0,1	0,1	1,0	0,1	0,2
Звездчатка средняя	1,9	5,1	9,2	6,6	10,2	7,7	6,9
Марь белая	2,8	1,4	3,1	2,2	2,8	2,2	3,2
Пастушья сумка	1,6	2,0	1,4	1,0	2,1	1,3	1,0
Пикульник зябра	48,9	47,9	34,0	50,2	36,0	40,0	37,9
Редька дикая	0,6	0,2	0,8	0	0	1,3	0,1
Сушеница топяная	1,3	1,6	1,1	1,4	2,5	0,8	1,9
Торичник красный	1,0	0,3	1,0	1,1	0,3	1,7	0,4
Трехреберник непахучий	8,1	11,3	9,1	8,8	9,2	7,6	10,0
Фиалка полевая	5,0	7,6	8,6	4,3	6,9	9,0	8,2
Подмаренник цепкий	0,4	0	0,7	0,2	0,2	0,2	2,1
Прочие	0,6	0,7	1,2	1,1	1,8	1,1	0,4

Многолетние сорные растения существенно отличаются от малолетних по биологии, реакции на интенсивность механической обработки почвы на гербициды и в целом по уровню конкурентного воздействия на культурные растения. Установлено, что без применения гербицидов системы минимальной (без оборачивания и перемешивания всего пахотного слоя) обработки почвы в севооборотах приводили к заметному увеличению в структуре сорного компонента доли пырея ползучего, хвоща полевого, подорожника большого, чистеца болотного, бодяка полевого и осота полевого (табл. 5). Так, при системах ком-

бинированной и отвальной обработки с дискованием доля осота полевого была наиболее высокой (соответственно 46,3 и 61,2%). Долевое участие хвоща полевого при системах чизельной с фрезерованием, отвальной с фрезерованием и трехъярусной и отвальной с фрезерованием превышало контроль соответственно на 13,1, 22,2 и 31,2%.

При системах фрезерной минимальной и отвальной с фрезерованием обработок заметное распространение в агрофитоценозе получил пырей ползучий. Доля участия чистеца болотного при системах отвальной, отвальной с фрезерованием и чизельной с фрезерованием

Т а б л и ц а 5

Видовой состав многолетних сорняков (% к общему числу многолетников) в зернопропашном севообороте в среднем за 1987—1992 гг.

Сорное растение	Отвальная (контроль)	Комбинированная	Фрезерная минимальная	Отвальная с фрезерованием	Отвальная с дискованием	Чизельная с фрезерованием	Трехъярусная и отвальная с фрезерованием
Осот полевой	44,6	46,3	36,4	29,9	61,2	35,1	23,5
Бодяк полевой	1,5	7,6	9,9	0,8	2,3	7,2	0,9
Вьюнок полевой	4,8	0,8	2,9	0	0	0	0,1
Пырей ползучий	0	0	5,6	8,9	0	3,2	2,4
Хвощ полевой	7,2	2,3	5,6	29,4	16,1	20,3	38,4
Одуванчик	0	7,3	4,3	6,3	3,0	1,8	3,1
Лекарственный							
Подорожник большой	23,0	2,2	12,0	3,1	8,0	7,9	5,1
Чистец болотный	18,9	30,2	12,8	16,0	8,9	18,6	21,5
Очиток пурпурный	0	1,3	9,8	0,3	0,4	3,3	0,3
Прочие виды	0	2,0	0,7	5,3	0,1	2,6	4,7

обработок была практически на одном уровне (соответственно 18,9, 16,0 и 18,6%). В контроле наибольшее распространение по сравнению с другими системами получил подорожник большой (23,0% против 2,2—12,0%).

Таким образом, при многолетнем применении разных систем обработки в посевах сельскохозяйственных культур формируются характерные для каждой системы видовые сообщества многолетних сорняков. При системах отвальной и отвальной с дискованием обработок в сообществе многолетних сорняков доминировали корнеотпрысковые виды. Биологическая группа клубневых многолетников наибольшее распространение получила при системах комбинированной, фрезерной минимальной обработок и чизельной обработки с фрезерованием.

Высокая эффективность регулирующего воздействия на сорный компонент агрофитоценоза чередования сельскохозяйственных культур отмечалась в работах многих авторов и не вызывает сомнений [3, 5, 7, 19]. Вместе с тем в литературе практически отсутствуют данные об особенностях и закономерностях формирования структуры сорного компонента агрофитоценоза в севооборотах различной специализации при многолетнем применении разных по интенсивности систем обработки почвы.

В результате многолетних исследований установлено, что в специализированном севообороте зернового направления (75% зерновых) засоренность посевов была в среднем на 30% выше, чем в плодосмен-

ном севообороте. Наиболее четко эта тенденция проявилась в годы III ротации. Так, в среднем за 1983—1986 гг. численность малолетних и многолетних сорняков в зернотравяном севообороте была соответственно на 41 и 26% выше, чем в плодосменном, а по уровню накопления сухой массы различия оказались еще более заметными (табл. 6). Характерно, что в среднем за 4 года I ротации численность многолетних и уровень накопления сухой массы малолетними и многолетними сорняками были выше в плодосменном севообороте. Вместе с тем более эффективное регулирующее воздействие плодосмена на сорный компонент способствовало уменьшению общего уровня засоренности посевов в среднем за 4 ротации севооборотов на 29% по численности и на 8% по сухой массе.

Отмеченные различия в эффективности регулирующего воздействия севооборотов обусловлены изменением структуры сорного компонента агрофитоценоза под влиянием разных по биологии и агротехнике возделывания сельскохозяйственных культур. В зернотравяном севообороте в среднем за годы V ротации в структуре сорного компонента заметно возросла доля пикульника зябра, трехреберника непачучего и сушеницы топяной (соответственно на 10,2, 8,8 и 3,7% в сравнении с уровнем в I ротацию). В сообществе многолетних сорняков в зернотравяном севообороте отмечено увеличение доли пырея ползучего, чистеца болотного и очитка пурпурного.

В плодосменном севообороте в среднем за годы V ротации долевое

**Засоренность посевов полевых культур в севооборотах
различной специализации**

Севооборот	I ротация (среднее за 1975— 1978 гг.)	III ротация (среднее за 1983— 1986 гг.)	IV ротация (среднее за 1987— 1990 гг.)	V ротация (среднее за 1991— 1994 гг.)	Среднее за I, III—V ротации
<i>Численность, шт/м²</i>					
Зернотравяной	$\frac{96}{2,9}$	$\frac{85}{1,9}$	$\frac{72}{1,8}$	$\frac{83}{2,1}$	$\frac{84}{2,2}$
Плодосменный	$\frac{70}{3,8}$	$\frac{50}{1,4}$	$\frac{52}{1,1}$	$\frac{64}{1,1}$	$\frac{59}{1,9}$
<i>Сухая масса, г/м²</i>					
Зернотравяной	$\frac{18,3}{8,2}$	$\frac{20,2}{2,8}$	$\frac{17,2}{5,2}$	$\frac{5,6}{1,8}$	$\frac{15,3}{4,5}$
Плодосменный	$\frac{24,6}{10,9}$	$\frac{6,6}{1,5}$	$\frac{14,7}{6,4}$	$\frac{6,0}{2,3}$	$\frac{13,0}{5,3}$

участие среди малолетников пикульника зябра, горцев и фиалки полевой не изменилось и было практически на уровне исходного. При этом заметно возросла доля трехреберника непахучего (до 39,7% в среднем за 1991—1994 гг.). В сообществе многолетних сорняков доля наиболее распространенных бодяка полевого, осота полевого и пырея ползучего была заметно меньше, чем в зернотравяном (соответственно 4,4; 4,5 и 1,4% против 28,4, 16,3 и 27,9%).

Таким образом, значение регулирующего воздействия плодосменного севооборота заключается, с одной стороны, в снижении общей численности сорняков и уровня накопления ими сухой массы, а с другой — в оптимизации структуры сорного компонента агрофитоценоза, т.е. в уменьшении доли участия видов, обладающих наиболее высокой конкурентоспособностью.

Применение удобрений изменяет агроэкологические условия существования агрофитоценоза в целом и его отдельных компонентов. При этом, если реакция на удобрения культурного компонента, представленного, как правило, растениями одного или двух видов, достаточно легко прогнозируема, то реакция сорного компонента предсказать довольно трудно из-за высокого видового его разнообразия. Это, по нашему мнению, является одной из основных причин появления весьма противоречивых литературных данных об эффективности регулирующего воздействия удобрений на сорный компонент агрофитоценоза.

Ряд исследователей считают, что при внесении удобрений увеличивается конкурентоспособность культурных растений, вследствие чего возрастает степень биологического подавления сорняков [1, 14, 16]. Однако имеются сведения и об их

стимулирующем воздействии на развитие сорняков и о снижении в этих условиях конкурентоспособности культурных растений [2, 4, 15, 18]. В литературе практически отсутствуют данные об эффективности регулирующего воздействия удобрений на фоне разных по интенсивности и характеру воздействия на почву систем обработки, особенно при их многолетнем применении.

Изучение количественных характеристик сорного компонента агрофитоценоза в зависимости от удобрений и систем обработки почвы дает основание считать, что при отсутствии удобрений на фоне низкого плодородия дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы конкурентоспособность многолетних сорных растений значительно воз-

растает. Так, на неудобренном фоне в среднем за 6 лет засоренность посевов многолетними сорняками составила 3,6—7,4 шт/м² (табл. 7), а при внесении полного минерального удобрения — всего 0,3 шт/м². По уровню засоренности малолетними сорняками неудобренные и удобряемые НРК поля различались мало. Аналогичная тенденция наблюдалась и по фону полного минерального удобрения в сочетании с органическим (навозом, соломой).

В среднем по 7 системам обработки засоренность посевов полевых культур малолетними сорняками на неудобренном фоне составила 33 шт/м², многолетними — 5,3 шт/м², а в вариантах с внесением соломы и навоза в сочетании с НРК соответственно 39 и 34 шт/м², 0,3 и 0,2 шт/м².

Т а б л и ц а 7

Засоренность посевов полевых культур (шт/м²) при разных системах обработки почвы, нормах и видах удобрений в среднем за 1987—1992 гг.

Система обработки почвы	Без удобрений	2НРК	Солома + 2НРК	Навоз + 2НРК
Отвальная (контроль)	$\frac{34}{3,6}$	$\frac{36}{0,1}$	$\frac{55}{0,1}$	$\frac{36}{0,1}$
Комбинированная	$\frac{20}{4,3}$	$\frac{18}{0,5}$	$\frac{28}{0,1}$	$\frac{20}{0,2}$
Фрезерная минимальная	$\frac{45}{5,5}$	$\frac{38}{0,2}$	$\frac{46}{0,4}$	$\frac{43}{0,2}$
Фрезерная интенсивная	$\frac{44}{5,6}$	$\frac{41}{0,2}$	$\frac{56}{0,2}$	$\frac{56}{0,1}$
Отвальная с фрезерованием	$\frac{30}{3,6}$	$\frac{29}{0,3}$	$\frac{34}{0,3}$	$\frac{28}{0,1}$
Отвальная с дискованием	$\frac{34}{7,4}$	$\frac{26}{0,3}$	$\frac{36}{0,4}$	$\frac{33}{0,2}$
Трехъярусная и отвальная с фрезерованием	$\frac{21}{7,1}$	$\frac{16}{0,4}$	$\frac{23}{0,7}$	$\frac{20}{0,2}$

Таким образом, регулирующее воздействие на сорный компонент агрофитоценоза полного минерального удобрения или его сочетаний с навозом и соломой заметно проявилось лишь в отношении многолетних сорных растений.

Установлено, что на неудобренном фоне при системе отвальной обработки почвы заметным регулирующим воздействием на сорный компонент обладает осеннее чизелевание на глубину 38—40 см. При внесении соломы в сочетании с NPK этот прием был менее эффективным по сравнению с предпосевным чизелеванием или без него.

Выявленные особенности регулирующего воздействия удобрений на сорный компонент агрофитоценоза при разных системах обработки подтверждаются и данными о накоплении сухой массы.

В среднем по 9 системам обработки почвы на фоне одинарной нормы NPK сухая масса многолетних сорняков была на 55%, а при внесении 2NPK — на 91% ниже, чем на неудобренном фоне.

Более высокий уровень засоренности посевов и накопления сухой массы сорняками при удобрении соломой + 2NPK в сравнении с фоном 2NPK объясняется тем, что солома, задерживая интенсивное испарение влаги с поверхности почвы, обеспечивает более благоприятные условия для их роста и развития. Кроме того, послеуборочные остатки, особенно в больших количествах, заметно снижают эффективность гербицидов почвенного действия. Установлено, что в почву вместе с соломой в расчете на 1 га попадает до 40,5 тыс. жизнеспособных семян сорняков.

Динамика видового состава сорного компонента определялась реакцией отдельных видов сорных растений на удобрения. Установлено, что в сообществе малолетников положительно реагировали на них и получили заметное распространение марь белая и пикульник зябра. При этом наблюдалась тенденция уменьшения под действием удобрений доли горцев, пастушьей сумки, фиалки полевой.

На фоне NPK доля осота полевого, бодяка полевого и чистеца болотного в сообществе многолетников была соответственно на 11,9 и 6% ниже, чем на неудобренном фоне. При дальнейшем увеличении уровня минерального питания эта тенденция сохранялась. Положительно реагировали на высокие нормы органических и минеральных удобрений хвощ полевой, подорожник большой и одуванчик лекарственный.

При систематическом применении удобрений в агрофитоценозе сократилась доля корнеотпрысковых сорняков. Корневищные многолетники положительно реагировали на удобрения, особенно минеральные. В вариантах солома + 2NPK и навоз + 2NPK долевое участие этой биологической группы сорняков в сообществе многолетников было несколько ниже. Стержнекорневые и мочковатокорневые сорняки также положительно реагировали на удобрения, а доля участия их в варианте навоз + 2NPK составила соответственно 7,1 и 13,0% к общему числу многолетников. Клубневые многолетники были наиболее конкурентоспособными при среднем фоне минерального питания, а при дальнейшем увеличении

нормы НРК долевое участие сорняков этой биогруппы заметно снижалось.

Таким образом, под действием систематического применения органических и минеральных удобрений в сообществе как малолетних, так и многолетних сорных растений происходят значительные изменения, которые должны учитываться при разработке эффективной системы управления сорным компонентом агрофитоценоза.

Анализ литературных данных и результаты выполненных нами исследований свидетельствуют, что при широкомасштабном применении систем минимальной обработки почвы, обладающих слабым регулирующим воздействием на сорный компонент агрофитоценоза, заметно возрастает опасность значительных потерь урожая от конкурентного воздействия сорняков.

Наиболее значительные изменения в структуре сорного компонента агрофитоценоза происходят при многолетнем систематическом применении гербицидов. В среднем за 4 года I ротации севооборотов под их действием численность доминирующих в структуре сорного компонента малолетних сорняков уменьшилась на 30%, сухая масса — на 63% по сравнению с этими показателями в варианте без гербицидов (табл. 8). Характерно, что, несмотря на применение гербицидов с 1981 г. общим фоном, последствие более длительного их применения (с 1973 г.) сохранило четко выраженное регулирующее влияние на численность сорняков и накопление ими сухой массы, которые в среднем за 4 года III ротации на фоне гербицидов с 1981 г. составили соответственно 106 шт/м² и 20,7 г/м², а на фоне при-

менения гербицидов с 1973 г. — 68 шт/м² и 13,4 г/м².

Аналогичная тенденция отмечена и при анализе последствий систематического применения гербицидов на биогруппу многолетников. В среднем за 4 года III ротации севооборотов их численность на фоне применения гербицидов с 1973 г. была заметно ниже, чем на фоне гербицидов с 1981 г. В дальнейшем различия в эффективности регулирующего воздействия на сорный компонент между этими фонами постепенно выравнивались и статистически достоверных различий как по численности, так и по сухой массе за годы IV и V ротаций отмечено не было.

Применение гербицидов, в ассортименте которых преобладали препараты группы 2,4-Д, заметно повлияло на структуру сорного компонента. На фоне гербицидов с 1981 г. в сообществе малолетних сорняков получили заметное распространение пикульник зябра, звездчатка средняя и сушеница топяная, доля которых на 19-й год исследований составила соответственно 14,2, 16,0 и 11,9% к общему числу малолетников. При этом в сообществе последних сократилось участие мари белой и торицы полевой: на фоне применения гербицидов с 1973 г. доля мари белой снизилась до 1,5%, а торица полевая вообще отсутствовала.

Установлено, что тенденции изменения видового состава многолетних сорняков под действием изучаемых фонов применения гербицидов были близкими по характеру и различались лишь по интенсивности проявления. На 19-й год исследований при применении гербицидов с

**Засоренность посевов полевых культур малолетними сорняками
в зернотравяном и плодосменном севооборотах на разных фонах
применения гербицидов**

Севооборот	Применение гербицидов с 1981 г.	Применение гербицидов с 1973 г.	НСР ₀₅
I ротация:			
оз. пшеница, 1975 г.	$\frac{125}{6,1}$	$\frac{109}{0,8}$	—
оз. пшеница, картофель, 1976 г.	$\frac{86}{72,1}$	$\frac{43}{28,7}$	—
ячмень, 1977 г.	$\frac{110}{11,6}$	$\frac{70}{9,8}$	—
викоовсяная смесь, 1978 г.	$\frac{159}{123,9}$	$\frac{111}{46,3}$	—
в среднем	$\frac{120}{53,4}$	$\frac{83}{21,4}$	$\frac{23}{56,9}$
III ротация:			
оз. пшеница	$\frac{100}{11,1}$	$\frac{52}{7,4}$	—
овес, картофель, 1984 г.	$\frac{87}{12,3}$	$\frac{63}{9,7}$	—
ячмень, 1985 г.	$\frac{115}{17,1}$	$\frac{72}{10,1}$	—
викоовсяная смесь, 1986 г.	$\frac{121}{42,1}$	$\frac{83}{26,4}$	—
в среднем	$\frac{106}{20,7}$	$\frac{68}{13,4}$	$\frac{16}{9,4}$

Примечание. По I ротации данные А.Д. Чекрыжова; в числителе — численность, шт/м², в знаменателе — сухая масса, г/м².

1973 г. в сообществе многолетних доли бодяка полевого, осота и хвоща полевого составили 0,5, 19,5 и 6,5%, а на фоне гербицидов с 1981 г. — соответственно 12,7, 28,1 и 15,0%.

Судя по динамике изменения видового состава сорного компонента наиболее устойчивыми к применяемому ассортименту гербицидов из

малолетних видов были трехреберник западный, горцы (вьюнковый, птичий, развесистый), фиалка полевая, звездчатка средняя и сушеница топяная, из многолетних — осот полевой и чистец болотный.

В последние годы в дискуссии о потенциальной опасности экологических последствий применения гербицидов преобладает негативная

точка зрения: их рассматривают только в качестве опасных загрязнителей окружающей среды. Определенные основания для этого безусловно имеются, однако во многих случаях загрязнения гербицидами связаны с грубыми нарушениями регламентов и непродуманным их использованием. В связи с этим повышается актуальность изучения динамики остаточных количеств гербицидов в почве при разных по интенсивности системах обработки.

Процесс детоксикации линурана (производного фенолмочевины) в пахотном слое почвы в течение первых трех недель после опрыскивания более интенсивно протекал при нулевой системе обработки почвы, где его содержание составило 0,575 мг/кг, или 40,2% к исходному, против 0,84 мг/кг, или 63,5%, при отвальной обработке, а перед уборкой картофеля — соответственно 0,189 мг/кг, или 13,2%, и 0,423 мг/кг, или 32%. Повышенная интенсивность детоксикации фенолмочевинных гербицидов в пахотном слое при нулевой системе обработки дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы связана с более высокой активностью почвенных микроорганизмов, трансформирующих и разлагающих остатки гербицида. Содержание остаточных количеств других гербицидов в почве и сельскохозяйственной продукции за годы исследований находилось в пределах установленных токсикологических нормативов.

На основе статистической обработки многолетних экспериментальных данных методом дисперсионного анализа определены дисперсии, характеризующие долевое участие отдельных элементов системы

земледелия и метеорологических условий в изменении урожайности полевых культур.

В 3-факторном полевом стационарном опыте 7 x 2 x 2 в среднем за 17 лет (1975—1991 гг.) в зернотравяном и плодосменном севооборотах наиболее значительное долевое влияние фактора обработки почвы на изменение урожайности отмечено в посевах однолетних трав (табл. 9). Аналогичная тенденция наблюдалась и в зернопропашном севообороте стационарного опыта 9 x 7 x 2, где долевое влияние фактора обработки почвы на урожайность однолетних трав было выше, чем на урожайность других культур.

Высоким уровнем долевого влияния на урожайность полевых культур характеризовались удобрения. Так, долевое их участие в изменении урожайности озимой пшеницы составило 20,1%, ячменя — 27,9, однолетних трав — 43,4, картофеля — 52,6%. Однако в еще большей степени влияли на рассматриваемый показатель метеорологические условия — от 85,8 до 98,9%.

В зернопропашном севообороте долевое влияние удобрений на изменение урожайности картофеля и однолетних трав было сопоставимо с уровнем долевого влияния метеорологических условий. Эти 2 фактора практически во все годы исследований заметны превосходили по данному показателю все остальные изучаемые факторы.

Таким образом, для уменьшения воздействия неблагоприятных метеорологических условий необходимо дальнейшее совершенствование отдельных элементов системы земледелия: оптимизация севооборотов, применения органических и ми-

Долевое влияние (%) обработки почвы, севооборота и метеорологических условий на изменение урожайности полевых культур

Фактор	Оз. пшеница (среднее за 1975, 1979, 1983, 1987 и 1991 гг.)	Ячмень (среднее за 1977, 1981, 1985, 1989 гг.)	Картофель (среднее за 1976, 1980, 1984, 1988 гг.)	Овес (среднее за 1980, 1984 и 1988 гг.)	Однолетние травы (среднее за 1978, 1982, 1986 и 1990 гг.)
Обработка почвы	1,1	1,2	0,4	4,8	6,8
Севооборот	0,04	0,6	—	—	0,5
Метеорологические условия	95,8	92,6	98,9	91,1	85,8
Взаимодействие обработки почвы и севооборота	0,04	0,4	—	—	0,9
Остаточная дисперсия	3,02	5,2	0,7	4,1	6,0

неральных удобрений, обработки почвы и использования гербицидов.

В условиях интенсивного земледелия (внесение удобрений на планируемую урожайность, периодическое известкование, эффективное регулирующее воздействие гербицидов) минимизация обработки дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы на основе совмещения предпосевной обработки и посева зерновых культур и однолетних трав комбинированным агрегатом КА-3,6, замены многократных предпосадочных обработок под пропашные культуры однократной обработкой орудиями с активными рабочими органами типа фрезерного культиватора КФГ-3,6 и роторного плуга ПР-2,7 не привела к снижению урожайности сельскохозяйственных культур по сравнению с ее уровнем при традиционной в Центральном районе Нечерноземной зоны России многооперационной системой отвальной обработки (табл. 10). В зернотравяном севообороте уро-

жайность полевых культур при системах чизельной, поверхностной и сочетания отвальной и нулевой обработок была статистически достоверно выше, чем при отвальной системе. В плодосменном севообороте различия между системами обработки по данному показателю были в пределах значения НСР₀₅.

В среднем за 20—23-й годы исследований в зернопропашном севообороте минимизированные системы обработки по влиянию на урожайность полевых культур существенно не уступали контролю или обеспечивали тенденцию к ее увеличению. При системе комбинированной обработки выход основной продукции был ниже, чем при системах фрезерной интенсивной, отвальной с дискованием, чизельной с фрезерованием и трехъярусной и отвальной с фрезерованием обработок. Разности между средними для главных эффектов по фактору удобрений, как правило, были существенными (НСР₀₅ 1,8 ц/га).

Урожайность сельскохозяйственных культур (ц/га) в севооборотах различной специализации в среднем за 21—24-й годы опыта

Система обработки почвы	Зернотравяной севооборот					Плодосменный севооборот				
	овес, 1988 г.	ячмень, 1989 г.	горохо-овсяная смесь, 1990 г.	оз. пшеница, 1991 г.	в среднем, корм. ед/га (НСР ₀₅ 2,8)	картофель, 1988 г.	ячмень, 1989 г.	горохо-овсяная смесь, 1990 г.	оз. пшеница, 1991 г.	в среднем, корм. ед/га (НСР ₀₅ 6,6)
Отвальная (контроль)	19,6	38,2	225,9	45,1	40,4	359,3	37,2	238,9	44,4	62,3
Нулевая	19,4	37,9	222,8	45,5	40,0	355,0	39,7	234,6	45,8	59,2
Поверхностная	24,8	41,3	245,4	46,9	43,9	351,0	36,9	238,6	45,4	59,3
Чизельная	24,0	39,9	284,3	47,1	44,2	359,9	39,1	240,9	42,5	62,4
Роторная	26,5	36,8	240,1	46,8	42,6	369,1	34,1	233,6	45,0	61,9
Плоскорезная	21,2	40,5	248,0	46,1	42,9	378,4	34,3	241,3	45,9	63,3
Сочетание отвальной и нулевой	23,0	39,0	257,0	48,3	43,6	366,6	36,4	229,5	45,9	63,1
НСР ₀₅	4,6	3,2	29,9	3,9		25,4	2,5	30,6	3,5	

Основные технологические показатели качества урожая зерновых культур и картофеля не зависели от особенностей системы обработки почвы в севооборотах. Применение удобрений способствовало увеличению массы 1000 зерен, натуре и крупности зерна [13].

Выводы

1. В зернопропашном севообороте уровень засоренности посевов полевых культур малолетними сорняками при системе фрезерной интенсивной обработки почвы был статистически достоверно выше, чем при других системах обработки, кроме фрезерной минимальной.

2. Эффективным регулирующим

воздействием на малолетние сорняки характеризовались системы трехъярусной и отвальной с фрезерованием и комбинированной обработок почвы, при которых их численность в среднем за годы ротации зернопропашного севооборота была статистически достоверно ниже, чем при традиционной для Нечерноземной зоны системе отвальной обработки.

3. Многолетнее систематическое применение гербицидов способствовало существенному уменьшению численности сорных растений в посевах полевых культур при всех системах обработки почвы. При системе фрезерной минимальной обработки засоренность посевов малолетними сорняками на 22-й год ис-

следований уменьшилась на 71% по сравнению с исходным уровнем, при отвальной с фрезерованием — на 85%, при трехъярусной и отвальной с фрезерованием — на 77%.

4. Под комплексным воздействием минимизированных систем обработки почвы и гербицидов значительно сократилось накопление сухой массы сорными растениями. В среднем за 1975—1978 гг. по малолетним и многолетним сорнякам в зернотравяном севообороте оно достигало 12,1 и 4,3 г/м², а за 1991—1994 гг. — соответственно 2,6 и 0,6 г/м².

5. Ответной реакцией сорного компонента агрофитоценоза на многолетнее применение гербицидов, в системе которых преобладали производные 2,4-Д, было увеличение в агрофитоценозе доли сорняков, устойчивых к их действию. В зернотравяном севообороте на 20-й год исследований при системах чизельной, плоскорезной, поверхностной и нулевой обработок почвы доля устойчивых к 2,4-Д сорных растений составила соответственно 76, 79, 88 и 79% к общей их численности.

6. Системы обработки почвы на базе орудий с отвальными рабочими органами (отвальная, отвальная с фрезерованием, отвальная с дискованием) приводят к увеличению доли участия в сообществе малолетников пикульника зябра (до уровня 50%); долевое участие мари белой, трехреберника непахучего, пастушьей сумки, торичника красного и подмаренника цепкого практически не зависело от системы обработки почвы.

7. Регулирующее воздействие флоросмена на сорный компонент агрофитоценоза заключается не только в снижении численности и сухой массы сорняков, но и в оптимизации

его структуры в сторону сокращения доли участия таких видов сорных растений, которые обладают наиболее высоким уровнем конкурентоспособности.

8. Применение полного минерального удобрения или его сочетания с органическими (соломой, навозом) не оказало заметного влияния на численность малолетних сорняков и способствовало сокращению численности и сухой массы многолетних.

9. Гербициды, применяемые в рекомендуемых нормах в оптимальные агротехнические сроки, не накапливаются в почве и сельскохозяйственной продукции. Более высокий уровень микробиологической активности пахотного слоя дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы при системе нулевой обработки способствовал более быстрой и полной детоксикации линурона.

10. Долевое участие систем обработки почвы в изменении урожайности полевых культур в зернопропашном севообороте составляло 0,5—2,5%, систем удобрения — 27,9—43,4%, метеорологических условий — 46,2—58,3%. В стационарном полевом 3-факторном опыте 7 х 2 х 2 на долю влияния систем обработки почвы приходилось 0,4—6,8%, севооборотов — 0,04—0,6, метеорологических условий — 85,8—98,9%.

11. Совершенствование обработки дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы в сторону ее минимизации на основе совмещения предпосевной обработки и посева зерновых культур, а также однолетних трав комбинированным агрегатом КА-3,6, замена многократных предпосадочных обработок орудиями с активными рабочими органами

типа фрезерного культиватора КФГ-3,6 и роторного плуга ПР-2,7 не приводят к снижению урожайности сельскохозяйственных культур по сравнению с ее уровнем при традиционной в Центральном районе Нечерноземной зоны многооперационной системе отвальной обработки почвы или обеспечивают тенденцию к ее повышению.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Березовский М.Я., Баздырев Г.И.* Роль удобрений в повышении эффективности гербицидов. — Химия в сельск. хоз-ве, 1972, № 2, с. 42—44. — 2. *Борона В.П.* Агроэкологическое обоснование и разработки способов повышения эффективности гербицидов в посевах с.-х. культур Лесостепи УССР. — Автореф. докт. дис. Винница, 1987. — 3. *Воробьев С.А.* Засоренность посевов и урожайность ячменя при различных звеньях севооборота. — Изв. ТСХА, 1973, вып. 3, с. 28—36. — 4. *Груздев Г.С., Сатаров В.А.* Влияние минеральных удобрений на сорняки в посевах яровых зерновых культур. — Химия в сельск. хоз-ве, 1977, № 12, с. 8—9. — 5. *Доспехов Б.А.* Севообороты и борьба с сорняками. — Земледелие, 1967, № 5, с. 41—43. — 6. *Кивер В.Ф., Сахаров В.Д., Москаленко В.Ф.* Сравнительная оценка энергосберегающих приемов обработки почвы. — Земледелие, 1986, № 10, с. 19—20. — 7. *Лошаков В.Г.* Значение промежуточных культур в зональных системах земледелия. М.: ТСХА, 1988. — 8. *Макаров И.П., Пупонин А.И., Рассадин А.Я.* Зональные системы обработки почвы. — Земледелие, 1985, № 6, с. 41—47. — 9. *Милященко Н.З.* Сорняки и почвозащитная система земледелия. — Защита рас-

тений, 1978, № 10, с. 37—42. — 10. *Пупонин А.И.* Обработка почвы в интенсивном земледелии Нечерноземной зоны. М.: Колос, 1984. — 11. *Пупонин А.И.* Совершенствование системы обработки в Центральном районе Нечерноземной зоны. — Земледелие, 1988, № 2, с. 39—43. — 12. *Пупонин А.И., Смирнов Б.А., Захаренко А.В.* Влияние энергосберегающих систем обработки и гербицидов на засоренность посевов и урожайность полевых культур. — Изв. ТСХА, 1988, вып. 5, с. 77—85. — 13. *Пупонин А.И., Захаренко А.В., Дебердеев К.Ш.* Влияние разных систем обработки почвы, удобрений и гербицидов на засоренность посевов и урожайность полевых культур. — Изв. ТСХА, 1991, вып. 6, с. 12—23. — 14. *Смирнов Б.А., Баздырев Г.И., Зотов Л.И.* Систематическое применение удобрений и гербицидов в севооборотах и при бессменных культурах. — Вестн. с.-х. науки, 1979, № 8, с. 41—48. — 15. *Сулягин В.П.* Вредность сорных растений при различных уровнях минерального питания в условиях Центрального района Нечерноземной зоны. — Автореф. канд. дис. М., 1983. — 16. *Fawcett R.* Overview of post management for conservation tillage systems. — Eff. of cons. till. on groundwater quality. — Chelsea, Michigan: dewis Publ. Inc., 1987, p. 19—37. — 17. *Lessiter F.* Weed control does change: No-till. Farmer., 1987, June, p. 3—4. — 18. *Robbins W.* History and development of weed control. — Proc. 10th Ann. — Western Weed Contr. Conf., 1968, vol. 1, p. 5—9. — 19. *Zogg H.* — Schweiz. Landw. Forsch., 1985, Bd 15, H. 3/4, S. 431—439.

Статья поступила 10 января 1994 г.

SUMMARY

Long-term stationary experiments allowed to ascertain the effect of soil tillage systems, fertilizers and herbicides on weedy component of agrophytocoenosis, as well as on the yield of fuld crops in grain row crop rotation, grain grass crop rotation and field crop rotation. The data of analysis of the dispersions that characterize fractional effect of these elements of farming system and meteorological conditions on the yield of field crops are presented.