

ВЛИЯНИЕ СЕВООБОРОТОВ, СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВ И УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОИЗВОДСТВА ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ

THE IMPACT OF CROP ROTATION, METHODS OF SOIL TILLAGE AND FERTILIZERS ON YIELD AND ECONOMIC PERFORMANCE OF WINTER WHEAT

Соловichenко В.Д. — доктор с.-х. наук, зав. лаб. плодородия почв и мониторинга

Никитин В.В. — доктор с.-х. наук, главный научный сотрудник

Карабутов А.П. — кандидат с.-х. наук, научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства пшеницы

Навольева Е.В. — научный сотрудник

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Белгородский Федеральный аграрный научный центр Российской академии наук»
E-mail: laboratoria.plodorodya@yandex.ru, valentin_1937@list.ru, karabut.ap@mail.ru

Solovichenko V.D. — Doctor of Agricultural Sciences

Nikitin V.V. — Doctor of Agricultural Sciences

Karabutov A.P. — Candidate of Agricultural Sciences

Navolneva E.V. — Researcher

Federal State Budgetary Scientific Institute
"Belgorod Federal Agricultural Research Centre of Russian Academy of Sciences"
E-mail: laboratoria.plodorodya@yandex.ru, valentin_1937@list.ru, karabut.ap@mail.ru

В длительном полевом стационарном опыте было изучено влияние вида севооборота, способа основной обработки почвы, внесения навоза и минеральных удобрений на продуктивность пшеницы озимой и экономические показатели при ее возделывании в лесостепной зоне Центрально-Черноземного региона. За двадцать лет урожайность культуры была практически на одном уровне при сопоставлении её с различными способами основной обработки почвы, что подтверждено показателями наименьшей существенной разности, а среди севооборотов значительно более высокая продуктивность отмечена в зернопаропропашном севообороте. Так, в севообороте с чистым паром урожайность озимой пшеницы, в среднем по блоку удобрений и обработкам почвы составила 4,31 т/га, а в севообороте, где предшественником пшеницы был горох — 4,00 т/га и наименьшая была получена в зернотравянопропашном севообороте — 3,94 т/га. От внесения одной дозы минеральных удобрений ($N_{10}P_{26}K_{26}$) по сравнению с абсолютным контролем урожайность озимой пшеницы выросла на 30–35%, а двойной дозы — 41–48%. Внесение органических удобрений в последствии 40 т/га повысило урожайность на 13–19%, а 80 т/га — 23–28%. Максимальная урожайность озимой пшеницы (5,13 т/га) получена в зернопаропропашном севообороте при внесении в почву $N_{180}P_{120}K_{120}$ на фоне последствия 80 т/га навоза. Условно чистый доход и рентабельность также имеют лучшие показатели в севообороте с чистым паром: условно чистый доход составил 26,9–27,4 тыс. руб./га, в зависимости от обработки почвы, рентабельность — 191–199%, а наименьшие экономические показатели в севообороте с многолетними травами 22,7–23,0 тыс. руб./га и 159–166% соответственно. Чистый доход от органических удобрений увеличивается с ростом степени удобренности, а по минеральным удобрениям с определённой величины внесения — снижается, это закономерное отличие отмечено на всех севооборотах и независимо от способа обработки почвы. Тренд продуктивности пшеницы озимой — позитивный, при всех комбинациях изучаемых факторов имеет место прирост урожайности от второй ротации к пятой.

Ключевые слова: урожайность пшеницы, эффективность удобрений, вид севооборота, способ обработки почвы, уровень значимости, эффекты второго порядка, критерий Фишера.

Введение

На данный момент одной из первостепенных задач сельского хозяйства является увеличение объемов производства зерна [1]. В Российской Федерации пшеница озимая является основной культурой [2]. В настоящее время эта культура из всех зерновых — самая высокопродуктивная. Зерно пшеницы обогащено ценными ве-

The impact of the type of crop rotation, method of basic tillage, manure and mineral fertilizers on the yield and economic indicators of winter wheat was studied in the field stationary experiment in the forest-steppe zone of the Central Chernozem Region. When comparing different methods of basic tillage, the crop yield was almost at the same level for twenty years, that was confirmed by the indices of least significant differences. But among different crop rotation, the grain fallow rotation showed the highest productivity. The yield in summer fallow rotation was 4.31 t/ha, the yield, where predecessor of wheat had been pea, was 4.00 t/ha and the yield in the grain-grass rotation was 3.94 t/ha. In comparison with the absolute control, the administration of one dose of mineral fertilizers ($N_{10}P_{26}K_{26}$) increased the yield of winter wheat by 30–35%, the double dose increased the yield by 41–48%. The administration of organic fertilizers at the dose of 40 t/ha increased the yield by 13–19%, and 80 t/ha — by 23–28%. The maximum yield of winter wheat (5.13 t/ha) was obtained in the grain fallow rotation after the administration of $N_{180}P_{120}K_{120}$ against the background of the after-effect of 80 t/ha of manure. The high indicators of net income and profitability was also obtained with summer rotation; the net income was 26.9–27.4 thousand rubles/ha depending on soil cultivation, the profitability was 191–199%. The lowest economic indicators were obtained with the rotation with perennial grasses, the net income was 22.7–23.0 thousand rubles/ha, the profitability was 159–166%. The net income after the administration of organic fertilizers increased with the degree of fertilization, and it decreased after the administration of certain amount of mineral fertilizers. That was recorded in all crop rotations, regardless of the tillage method. The trend of the yield of winter wheat is positive, with all the combinations of studied factors, the yield increased from the second rotation to the fifth.

Keywords: wheat yield, efficiency of fertilizers, crop rotation type, tillage method, level of significance, second-order effects, Fisher criterion.

ществами, которые необходимы для использования ее в качестве продовольствия, в частности при выпечке хлебобулочных и кондитерских изделий, а также получения круп, макаронных изделий и других продуктов.

В Поволжье в полевом опыте с различными способами обработки почв лучшую урожайность зерна пшеницы показала нулевая обработка почвы в севообороте,

в структуре которого присутствовал чистый пар, здесь урожайность повысилась на 5–10% [3]. В севообороте с сидеральными культурами отмечена подобная ситуация, и разница в урожайности уже составила 23%.

На Среднем Урале с самого начала вегетации проявилось преимущество вспашки перед минимальной и нулевой обработками. Так, площадь листьев растений по глубокой обработке достоверно превышала листовую поверхность в сравнении с нулевой обработкой независимо от уровня использования факторов земледелия [4–5].

На почвах Нечерноземного региона оптимальным вариантом основной обработки почвы под зерновые культуры являлась вспашка пахотного слоя (20–22 см). Здесь при возделывании пшеницы озимой отмечали наивысший чистый доход, малую себестоимость тонны зерна и самую высокую рентабельность [5].

Исследования Терещенко в Краснодарском крае показали снижение урожайности пшеницы озимой на 6,6–7,1 ц/га при минимальной обработке почвы [6].

Имеется много данных и в других регионах страны о том, что разные способы основной обработки почвы не влияли на урожайность зерновых культур [7–8].

Методика

В Белгородском федеральном аграрном центре РАН в 1987 году был заложен полевой опыт по теме «Разработать научные основы воспроизводства плодородия черноземов при разных способах обработки почв и внесения удобрений в юго-западной части ЦЧР».

Почва полевого опыта представлена черноземом типичным среднесуглинистым малогумусным тяжелосуглинистым на лессовидном суглинке с содержанием в пахотном слое 5,10–5,25% гумуса, 55–65 мг подвижного фосфора и 100–110 мг/кг почвы обменного калия, pH_{сол.} — 6,2, гидролитическая кислотность колебалась в пределах 1,8–2,5 мг-экв/100 г почвы.

Полевые севообороты пятипольные с различной насыщенностью пропашными культурами: 20% в зернотравянопропашном (пшеница озимая, свекла сахарная, ячмень + многолетние травы, многолетние травы 1 г.п., многолетние травы 2 г.п.), 40% — в зернопропашном (пшеница озимая, свекла сахарная, ячмень, кукуруза на силос, горох), 60% — в зернопаропропашном (пшеница озимая, свекла сахарная, кукуруза на силос, кукуруза на зерно, чистый пар).

Проводили обработки почвы — минимальную обработку, безотвальную и вспашку.

Использовали три системы удобрения: минеральную, органическую и органоминеральную с тремя уровнями удобрённости (без удобрений, одну и две дозы удобрений и их комбинаций).

Вспашка предусматривала отвальное рыхление верхнего слоя почвы на разную глубину: пропашные культуры — до 32 см, а под пшеницу и другие зерновые — на 22 см. Безотвальную обработку проводили также на глубину 22–32 см, как и вспашку, плугом «Параплау». Минимальную обработку проводили на глубину 10–12 см тяжелой дисковой бороной. Органические удобрения (навоз КРС) вносили один раз в ротацию севооборотов под свеклу сахарную, с которой начиналось входение в севооборот, одна доза 40 т/га и двойная 80 т/га, т.е. — по 8 и 16 т/га севооборотной площади. Минеральные удобрения вносили регулярно каждый год под с.-х. культуры. Одинарная доза удобрений (30–90 кг д.в./га) рассчитана на простое воспроизводство почвенного плодородия, а двойная доза (60–180 кг д.в./га) — на расширенное. Под пшеницу озимую вносили при одинарной дозе по (NPK)₆₀ кг д.в./га и в подкормку весной по N₃₀.

Результаты

За четыре ротации в вариантах опыта без удобрений наиболее высокая урожайность зерна была получена в зернопаропропашном севообороте с чистым паром, а в других севооборотах она была заметно ниже (табл. 1).

Прибавки от удобрений были в специализированных севооборотах примерно одного и того же порядка, в целом по блокам с севооборотами преимущество по продуктивности оставалось за чистым паром. По способам основной обработки почвы различий по продуктивности пшеницы за двадцатилетний период не обнаружено.

На делянках полевого опыта урожайность пшеницы озимой колебалась в пределах от 2,84 до 3,38 т/га и с большим значением в зернопаропропашном севообороте. При внесении минеральных удобрений в одной дозе (N90P60K60) величина урожайности выросла на 25–35%, при двойной дозе — 41–48%. Внесение (навоза) в последствии 40 т/га увеличило урожайность на 13–19%, а 80 т/га — на 23–28%. Более эффективна по продуктивности органо-минеральная система удобрений. Максимальная урожайность пшеницы озимой (5,13 т/га) получена также в зернопаропропашном севообороте по вспашке при внесении в почву N₁₈₀P₁₂₀K₁₂₀ на фоне последствие 80 т/га навоза. Здесь рост урожайности по сравнению с контролем составил 62%.

Таблица 1.

Влияние вида севооборота, способа обработки почвы и удобрений на урожайность пшеницы озимой в среднем за четыре ротации севооборота, т/га (1997–2016 годы)

Навоз, т/га	Минеральные удобрения, ед.	Зернотравянопропашной севооборот				Зернопропашной севооборот				Зернопаропропашной севооборот			
		В*	Б	М	Среднее	В	Б	М	Среднее	В	Б	М	Среднее
0	0	2,84	2,93	2,91	2,90	2,85	2,88	2,91	2,88	3,17	3,38	3,35	3,30
0	1**	3,83	3,80	3,79	3,81	3,81	3,80	3,88	3,83	4,10	4,15	4,08	4,11
0	2	4,20	4,08	4,22	4,17	4,29	4,29	4,24	4,27	4,65	4,68	4,59	4,64
8	0	3,39	3,39	3,37	3,38	3,31	3,38	3,43	3,37	3,67	3,80	3,72	3,73
8	1	4,06	4,14	4,12	4,11	4,17	4,26	4,25	4,22	4,48	4,65	4,59	4,57
8	2	4,48	4,38	4,40	4,42	4,43	4,59	4,51	4,51	4,90	4,80	4,90	4,87
16	0	3,62	3,60	3,65	3,63	3,57	3,64	3,70	3,64	4,14	4,08	3,97	4,06
16	1	4,34	4,37	4,36	4,36	4,46	4,43	4,50	4,48	4,77	4,81	4,70	4,63
16	2	4,73	4,75	4,73	4,74	4,60	4,72	4,77	4,77	5,13	5,07	4,92	4,91
Среднее		3,94	3,94	3,95	3,94	3,96	4,00	4,02	4,00	4,33	4,38	4,31	4,31

НРР₀₅, т/га: севообороты — 0,31; обработка почвы — 0,06; навоз — 0,06; минеральные удобрения — 0,06

* В — вспашка, Б — безотвальная обработка, М — минимальная обработка;

** N₉₀P₆₀K₆₀

Критерий Фишера по севооборотам в среднем за двадцатилетний период был больше табличного (5,87), а по обработкам почвы — крайне незначительный (0,37). Самые большие критерии Фишера по минеральным удобрениям (182,46). Достоверный критерий был получен от парного сочетания органо-минеральных удобрений.

Корреляционное отношение достоверно для фактора севооборотов (5%-й уровень значимости) и удобрений (1%-й уровень значимости); по доле участия в формировании урожайности пшеницы озимой также лидировали эти факторы: наиболее высокое доле участие в формировании урожая зерна имело место по минеральным удобрениям (70,43%).

Если рассматривать факторное влияние в целом, то усредненный фактор обработки почвы во всех севооборотах был практически одинаковым, фактор органических удобрений обеспечивал рост положительного результата по всем грациям на всех обработках почвы, а фактор минеральных удобрений существенно увеличивал урожайность пшеницы озимой на всех уровнях органических удобрений.

Тренд влияния способов основной обработки почвы на урожайность пшеницы озимой свидетельствует, что за четыре ротации на всех уровнях удобренности продуктивность пшеницы озимой увеличивалась от второй ротации к пятой (рис. 1). Тренд урожайности пшеницы озимой под влиянием вида севооборота показывает положительную динамику

Рис. 1. Тренд продуктивность пшеницы озимой за четыре ротации (1997–2016 годы)

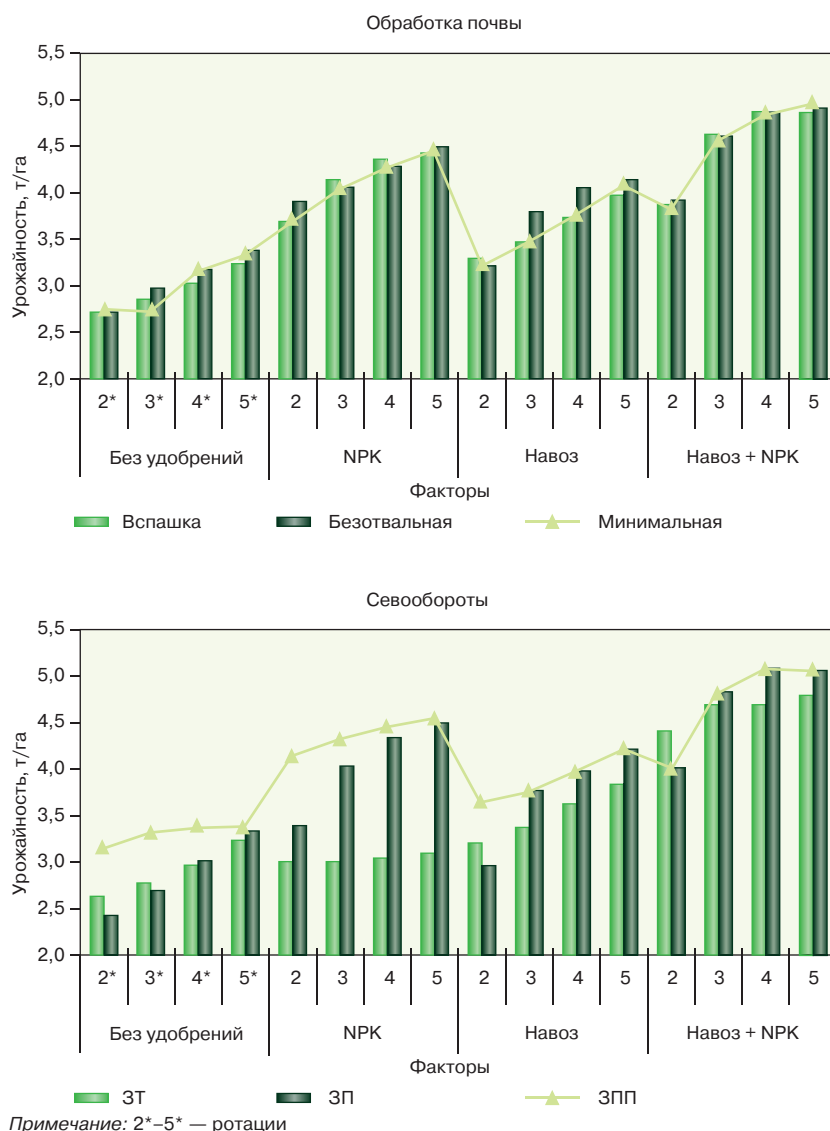


Таблица 2.

Экономическая эффективность агроприемов при возделывании пшеницы озимой (1997–2016 годы)

Навоз, т/га	Минеральные удо- брения, доза	Зернотравянопропашной сево- оборот			Зернопропашной севооборот			Зернопаропропашной севооборот		
		В*	Б	М	В	Б	М	В	Б	М
Условно чистый доход, тыс. руб./га										
0	0	20,5	21,5	21,5	20,6	21,0	21,5	23,8	26,0	25,9
	1**	23,2	23,0	23,0	23,0	23,0	23,9	25,9	26,5	25,9
	2	19,6	18,5	20,1	20,5	20,6	20,3	24,1	24,5	23,8
8	0	24,4	24,5	24,5	23,6	24,4	25,1	27,5	28,9	28,2
	1	23,8	24,8	24,7	24,9	26,0	26,0	28,3	30,1	29,7
	2	20,8	19,9	20,3	20,3	22,0	21,4	25,3	24,4	25,6
16	0	25,1	25,0	25,6	24,6	25,4	26,1	30,8	30,3	29,4
	1	25,0	25,4	25,5	26,2	26,0	26,9	29,9	30,4	29,5
	2	21,7	22,0	22,0	22,0	21,7	22,4	26,2	25,8	24,4
Среднее		22,7	22,7	23,0	22,8	23,3	23,7	26,9	27,4	26,9
Рентабельность, %										
0	0	259	276	282	260	269	282	301	334	340
	1**	153	153	155	152	153	161	171	176	175
	2	88	83	91	92	93	92	108	110	108
8	0	256	260	265	247	259	271	297	316	315
	1	142	149	150	149	156	158	172	184	183
	2	87	83	86	85	92	90	107	103	109
16	0	225	226	236	220	230	241	291	289	286
	1	136	139	141	143	143	149	168	172	168
	2	85	86	87	86	85	88	105	103	99
Среднее		159	162	166	159	164	170	191	199	198

*В — вспашка, Б — безотвальная обработка, М — минимальная обработка;

** N₉₀P₆₀K₆₀

на всех уровнях удобренности культуры, как в севообороте с травами, так и с чистым паром.

Таким образом, продуктивность пшеницы озимой на типичных черноземах юго-западной части Центрально-Черноземной зоны в своем большинстве существенно регламентируется как агрогенными, так и природными факторами. Влияние первых уменьшается со временем, то есть имеет место временной синдром. В целом установлена большая продуктивность пшеницы озимой в севообороте с чистым паром, преимущество севооборота с многолетними травами по сравнению с зернопропашным уменьшается от второй к пятой ротации. Урожайность пшеницы озимой практически не зависела от особенностей основной обработки почвы (глубины и оборота), за четыре ротации севооборотов получена примерно одинаковая продуктивность.

Удобрения следует считать необходимым и обязательным элементом любой технологии возделывания сельскохозяйственных культур, так как внесение их в почву позволяет вдвое и более увеличить продуктивность пашни.

Отмеченным достоинствам и недостаткам изучаемых факторов во временном аспекте присуща тенденция сглаживания, что, в конечном счете, формирует характерный временной тренд. В среднем за четыре ротации севооборотов условно чистый доход на абсолютном контроле в зернотравянопропашном и зернопропашном севооборотах был примерно одинаковым, а в севообороте с чистым паром (зернопаропропашном) превосходил его на 3–4 тыс. руб. /га. Так, усредненный по всем обработкам чистый доход в севообороте с травами в варианте без удобрений составил 21,2 тыс. руб., а в зернопропашном — 21,0 тыс. руб., в зернопаропропашном — 25,2 тыс. руб. (табл. 2).

Положительная роль чистого пара сохраняется и на делянках полевого опыта с внесением больших доз удо-

брений. Следует предположить, что здесь дело не только в дополнительном азотном питании, которое пшеница получает при паровании почвы, но и в накоплении продуктивной влаги в течение всего вегетационного периода в корнеобитаемом и более глубоких слоях почвы.

По способам основной обработки почвы, при экономической оценке возделывания пшеницы озимой на невысоком питательном фоне, во всех севооборотах установлено незначительное преимущество минимальной обработки почвы, при удвоении же доз минеральных удобрений все обработки показали примерно одинаковый результат. По трем севооборотам по вспашке получено 24,1 тыс. руб. с единицы площади, по безотвальной и минимальной обработкам — 24,5 тыс. руб.

По рентабельности первое место занимает минимальная обработка почвы и в контрольных вариантах, и в удобренных. По блоку с вспашкой за двадцать лет рентабельность составила 169%, по безотвальной обработке — 175%, по минимальной — 177%. Среди севооборотов безусловный лидер — зернопаропропашной. Рентабельность по зернотравянопропашному севообороту составила 162%, по зернопропашному — 164%, по зернопаропропашному — 196%.

Выводы

Таким образом, при внесении в почву N180P120K120 на фоне последствий 80 т/га навоза получена самая высокая урожайность пшеницы озимой в зернопаропропашном севообороте (5,13 т/га). Способы обработки почвы существенного влияния на продуктивность изучаемой культуры не оказали. Наиболее высокие экономические показатели также были отмечены в севообороте с чистым паром — зернопаропропашной севооборот.

■ ЛИТЕРАТУРА

1. Ковтун В.И. Селекция высокоадаптивных сортов мягкой озимой пшеницы и нетрадиционные элементы технологии их возделывания в засушливых условиях юга России / В.И. Ковтун. — Ростов-на-Дону, 2002. — 320 с.
2. Марченко Д. М. Взаимосвязь между урожайностью и элементами ее структуры у сортов мягкой озимой пшеницы // Научный журнал КубГАУ. — 2011. — № 68. — С. 1–12.
3. Салтыкова О.Л. Влияние предшественников, обработки почвы и удобрений на урожайность и биохимические показатели качества зерна озимой и яровой пшеницы в лесостепи Заволжья // Автореф. дисс. канд. с.-х. наук. — Кинель. — 2008. — 18 с.
4. Колотов Ф. А. Влияние приемов основной обработки почвы, удобрений и фунгицидов на урожайность тритикале на Среднем Урале // Автореф. дисс. канд. с.-х. наук. — Пермь — 2012. — 21 с.
5. Осама Зоде. Влияние систем обработки и удобрений на плодородие дерново-подзолистой почвы и продуктивность озимой пшеницы // Автореф. дисс. канд. с.-х. наук // Москва. — 2008. — 21 с.
6. Терещенко В.В. Влияние приемов основной обработки и ухода за черным паром на продуктивность озимой пшеницы в Северной зоне Краснодарского края. — Краснодар. — 1991. — 35 с.
7. Круть В.М. Озимым поверхностную обработку // Земледелие. — 1977. — № 8. — С. 34–35.
8. Круть В.М. Минимизация обработки почвы как фактор улучшения влагообеспеченности и повышения урожайности озимой пшеницы // Повышение продуктивности озимой пшеницы: Сборник статей. — Днепропетровск. — 1980. — С. 70–75.

■ REFERENCES

1. Selection of highly adaptive varieties of soft winter wheat and non-traditional elements of their cultivation technology in arid conditions of the South of Russia / V.I. Kovtun. — Rostov-on-don, 2002. — 320 p.
2. Marchenko D.M. the Relationship between yield and elements of its structure in the cultivars of soft winter wheat // the Scientific journal of the Kuban state agrarian University. — 2011. — No. 68. — P. 1–12.
3. Saltykova O.L. the Influence of predecessors, tillage and fertilizers on yield and biochemical parameters of grain quality of winter and spring wheat in forest-steppe of TRANS-Volga region // Abstr. Diss. kand. of agricultural Sciences. — Kinel. — 2008. — 18 p.
4. Kolotov, F.A. Effect of methods of main soil cultivation, fertilizers and fungicides on yield of triticale in the middle Urals // Avtoref. Diss. kand. of agricultural Sciences. — Perm. — 2012. — 21 p.
5. Osama Zod. The influence of systems of processing and fertilizers on fertility of sod-podzolics soils and productivity of winter wheat // Avtoref. Diss. kand. of agricultural Sciences // Moscow. — 2008. — 21 p.
6. Tereshchenko V.V. Influence of methods of basic processing and care of black steam on the productivity of winter wheat in the Northern zone of Krasnodar region. — Krasnodar. — 1991. — 35 p.
7. Krut V.M. Winter surface treatment // Agriculture. 1977. — No. 8. — P. 34–35.
8. Krut V.M. Minimizing tillage as a factor of improving water supply and increasing the yield of winter wheat // raising the productivity of winter wheat: a Collection of articles. — Dnepropetrovsk. — 1980. — P. 70–75.