



УДК 634.0.114.11:631.559:633.16:631.51

Н.В. ПЕРФИЛЬЕВ, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник,
О.А. ВЬЮШИНА, научный сотрудник

Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северного Зауралья

625501, г. Тюмень, пос. Московский, ул. Бурлаки, 2

e-mail: natalya_sharapov@bk.ru

ВЛИЯНИЕ ПЛОТНОСТИ ПОЧВЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМАХ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯЧМЕНЯ

Представлены результаты исследований по определению длительного воздействия систем основной обработки различной степени интенсивности на плотность почвы, запасы влаги и урожайность ячменя. Изучения проведены в 1998–2012 гг. в Северном Зауралье в стационарном опыте на темно-серой лесной тяжелосуглинистой почве в пятипольном севообороте чистый пар – озимая рожь – пшеница – зернобобовые – ячмень, развернутого во времени и в пространстве. Установлено, что в период вегетации оптимальный режим плотности 1,15–1,21 г/см³ по всем изучаемым системам обработки сохранялся лишь в слое почвы 0–10 см. В пахотном слое 0–20 см плотность соответствовала верхнему пределу оптимальных значений для этой культуры – 1,24–1,28 г/см³, плотность в слое почвы 10–30 см превышала оптимальные значения на 0,05–0,40 г/см³. В период посев – всходы изучаемые обработки обеспечивали равный и благоприятный режим сложения пахотного слоя почвы, к периоду кушения плотность слоя 0–20 см по безотвальной и мелкой обработкам увеличивалась по сравнению с вариантом вспашки на 0,03–0,04 г/см³, 10–30 см – на 0,03–0,07 г/см³, что ухудшало усвоение осенне-зимних осадков. Обеспечивая равные условия увлажнения в период вегетации ячменя в слое почвы 0–30 см, длительное применение мелких обработок вело к снижению запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы в период посев – кушение на 6,5–10,5 мм, или 6,4–9,4 %, в сравнении с ежегодной вспашкой. По отвальной системе обработки получена наиболее высокая урожайность ячменя, снижение урожайности по ресурсосберегающим системам обработки на фоне без удобрений составляло 2,9–7,2 %, на фоне применения удобрений 0,8–3,6 %. При планировании приемов основной обработки необходимо учитывать условия плотности и влажности почвы перед ее выполнением. При плотности 1,12–1,26 г/см³, влажности 10,4–21,4 % (66–74 % от НВ), наряду со вспашкой, эффективно применение безотвальных и мелких обработок, при высокой плотности почвы – 1,32–1,38 г/см³, при влажности 14–24 % (48–82 % от НВ) – вспашка на 20–22 см.

Ключевые слова: система обработки почвы, способ обработки, плотность почвы, запасы влаги, урожайность.

Одним из главных условий, определяющих режим физико-биологических процессов пахотного слоя, является плотность почвы, от которой зависит способность почвы накапливать и сохранять влагу, мобилизовать питательные вещества, создавать условия для жизнедеятельности микроорганизмов [1–5]. По основным земледельческим зонам страны для большинства сельскохозяйственных культур на основных типах почв установлены показатели оптимальной плотности пахотного слоя [6–14].

По данным Н.Т. Вороновой [7], для большинства зерновых культур оптимальная плотность темно-серых лесных почв в северной лесостепи

Тюменской области составляет 1,00–1,25 г/см³. Уплотнение почвы в вегетационных опытах Н.Т. Вороновой на 0,1–0,22 г/см³ сверх оптимальной величины снижало урожайность зерновых на 28–30 %. В то же время равновесная плотность этих почв далека от оптимальной. Н.В. Абрамов [8] конкретизировал в лесостепной зоне оптимальные параметры плотности серой лесной почвы: для пшеницы 1,05–1,23 г/см³, для ячменя 1,22–1,29 г/см³. Л.В. Ильина [9] на серой лесной тяжелосуглинистой почве установила, что диапазон равновесной плотности при средней и высокой степени окультуренности составляет 1,39–1,41 и 1,36–1,38 г/см³ соответственно. В связи с этим обработка почвы – один из важных факторов регулирования плотности серых лесных почв. Плотность служит диагностическим показателем необходимости механической обработки почвы, а также показателем качества и эффективности приемов обработки.

Цель исследования – установить влияние длительного применения систем основной обработки почвы различной степени интенсивности на плотность почвы и урожайность зерновой культуры.

УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены в стационарном опыте на поле Научно-исследовательского института сельского хозяйства Северного Зауралья в поле ячменя в период третьей – пятой ротаций зернопарового севооборота чистый пар – озимая рожь – пшеница – зернобобовые – ячмень, развернутого во времени и в пространстве. Почва темно-серая лесная тяжелосуглинистая. Глубина гумусного горизонта 25–27 см, содержание гумуса 4,2–5,0 %, рН солевой вытяжки 6,0–6,4. Сумма поглощенных оснований 29,4 мг/экв., степень насыщенности основаниями 85 %. Вегетационные периоды четырех лет исследований были засушливыми, пяти – благоприятными по увлажнению, шести – близкими к среднепогодным. Изучены следующие системы обработки почвы:

- отвальная – ежегодно под все культуры вспашка плугом ПН-4-35 на 20–22 см;
- безотвальная – ежегодно обработка плугом со стойками СибИМЭ на 20–22 см;
- комбинированная – чередование вспашки и безотвального рыхления на 20–22 см, под ячмень – безотвальное рыхление плугом со стойками СибИМЭ на 20–22 см;
- дифференцированная – в пару и после озимой ржи плоскорезная обработка культиватором «Смарагд» на 12–14 см, вспашка плугом ПН-4-35 на 20–22 см под вторую пшеницу, под ячмень и после него дискование БДТ-2,5 на 10–12 см;
- плоскорезная – ежегодно обработка культиватором «Смарагд» на 12–14 см;
- дискование – ежегодно обработка плугом БДТ-2,5 на 10–12 см.

Все варианты изучены по фону внесения минеральных удобрений из расчета N₈₀P₈₀K₆₀ кг д. в. на 1 га севооборотной площади. Урожайность ячменя определяли также на фоне без удобрений. Весной на всех фонах основной обработки после закрытия влаги и предпосевной обработки культиватором «Смарагд» проводили посев ячменя сорта Ача, норма высева

5 млн всхожих зерен/га сеялкой СЗП-3,6 с последующим прикатыванием. Обработку гербицидами осуществляли общим фоном. Солому возделываемых культур измельчали при уборке и оставляли в поле. В исследованиях использованы общепринятые методики [15].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В среднем за 1998–2012 гг. по всем изучаемым системам обработки плотность слоя почвы 0–20 см в поле ячменя во все периоды наблюдений в основном соответствовала верхнему периоду оптимальных значений – 1,24–1,28 г/см³, главным образом за счет благоприятного сложения слоя почвы 0–10 см, плотность которого была близка к оптимальной (рис. 1). В периоды посев – всходы, кушение она составляла 1,15–1,18 г/см³, полной спелости – 1,17–1,21 г/см³. Однако к периоду посев – всходы отмечено значительное переуплотнение слоев почвы 10–20 и 20–30 см – 1,30–1,34 и 1,33–1,40 г/см³ соответственно. В фазу кушения плотность почвы в данных горизонтах составляла 1,31–1,40 и 1,33–1,40 г/см³, перед уборкой – 1,30–1,33 и 1,32–1,36 г/см³. Следовательно, плотность слоев почвы 10–20 и 20–30 см превышала оптимальные значения для зерновых культур на 0,05–0,40 г/см³, значения ее были близки к равновесной плотности – 1,36–1,40 г/см³.

Длительное (в течение 25 лет) применение ежегодных безотвальных глубоких, а также глубоких и мелких обработок в системе комбинированной и дифференцированной обработки почвы в севообороте не привело к значительному переуплотнению почвы в пахотном слое относительно традиционной отвальной обработки. Так, перед посевом зерновых в среднем за 1998–2012 гг. в слое 0–20 см плотность почвы по изучаемым вариантам систем обработки была практически одинаковой с вариантом вспашки (см. рис. 1).

За указанный период все изучаемые способы обработки обеспечивали равный и благоприятный режим сложения слоя почвы 0–20 см. Применение глубокого безотвального рыхления, мелкой плоскорезной обработки и дискования привело к большему, чем по вспашке, уплотнению слоя почвы 20–30 см. Плотность почвы по этим обработкам в данном слое увеличивалась на 0,03–0,07 г/см³.

К периоду кушения указанные закономерности влияния обработки на плотность почвы сохранялись и в некоторой степени становились более значительными. В среднем в слое почвы 0–20 см безотвальные и мелкие обработки увеличивали плотность на 0,03–0,04 г/см³. При этом повышение плотности по безотвальным и мелким обработкам отмечено в отличие от первого срока наблюдения и в слое почвы 10–20 см. Увеличение плотности в слое 10–30 см достигало 0,03–0,07 г/см³.

К уборке по различным системам обработки складывался режим сложения слоя почвы 0–20 см, близкий к верхнему пределу оптимального значения для ячменя – 1,24–1,27 г/см³.

При складывающемся режиме плотности пахотного слоя изучаемые системы обработки обеспечивали в период вегетации ячменя равные варианту отвальной системы обработки условия увлажнения в слое почвы 0–30 см (рис. 2). Некоторое увеличение плотности слоя 20–30 см при дли-

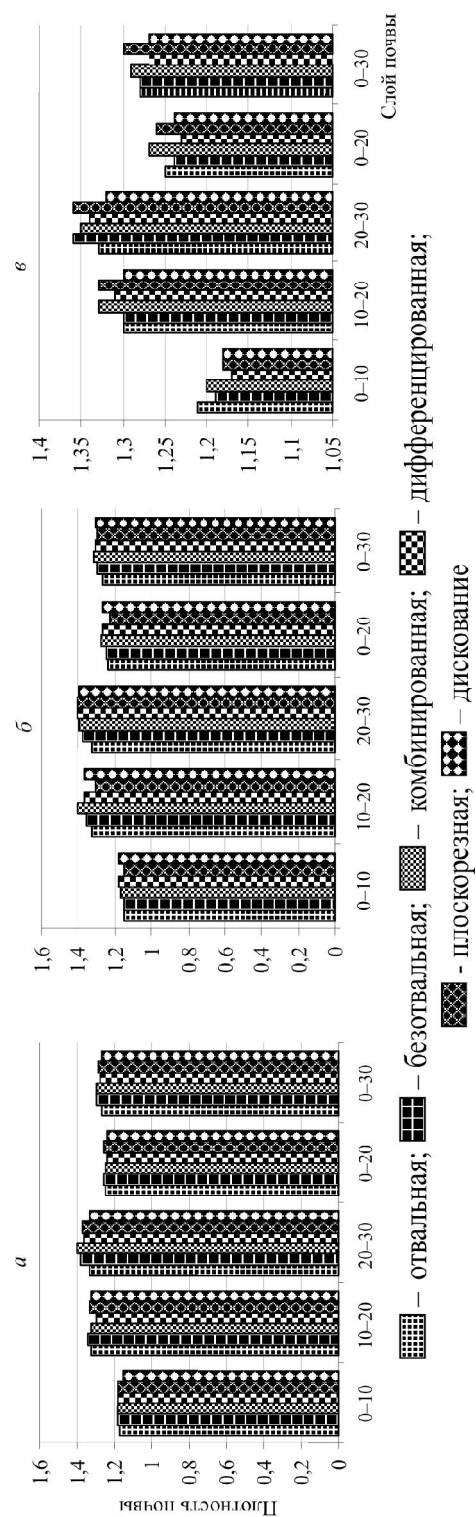


Рис. 1. Плотность почвы в поле ячменя в зависимости от основной обработки (среднее за 1998–2012 гг.), г/см³:

а – после посева; б – кушение; в – полная спелость

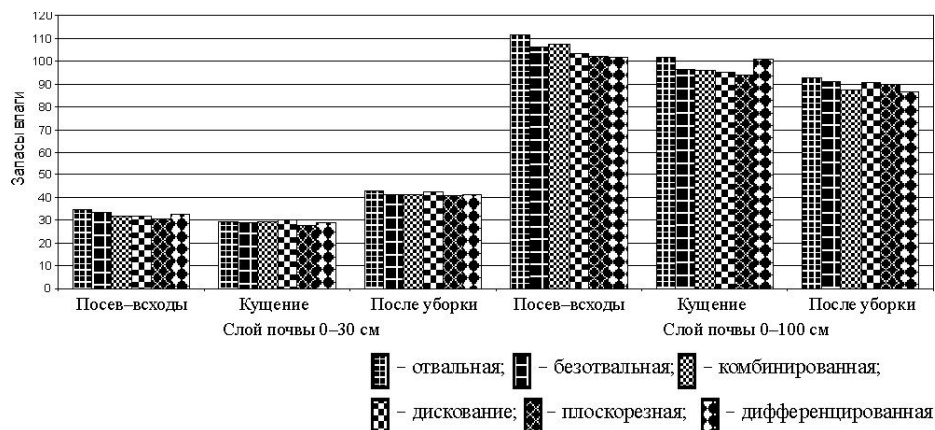


Рис. 2. Запасы продуктивной влаги в поле ячменя в зависимости от основной обработки почвы (в среднем за 1998–2012 гг.), мм

тельном применении мелких обработок вело к снижению запасов продуктивной влаги метрового слоя почвы в период посева и кущения на 6,5–10,5 мм, или 6,4–9,4 %, в сравнении с вариантом ежегодной вспашки. Однако в среднем за годы исследований данное снижение, как правило, нивелировалось осадками вегетационных периодов.

По отвальной системе обработки получена наибольшая урожайность ячменя (табл. 1). В то же время на фоне без удобрений снижение урожая по ресурсосберегающим системам обработки составило 0,08–0,2 т/га, или 2,9–7,2 %, что объясняется дефицитом азотного питания [16], особенно в нижних слоях пахотного горизонта в сравнении с вариантом вспашки. На фоне применения удобрений с устранением этого дефицита в азоте снижение составило лишь 0,8–3,6 %, что несущественно.

В настоящее время актуальной проблемой является выбор приема основной обработки почвы, прогноз его целесообразности и эффективно-

Таблица 1
Урожайность ячменя в зависимости от систем основной обработки почвы
(среднее за 1998–2012 гг.)

Система обработки (под ячмень)	Урожайность, т/га	
	без удобрений	с применением удобрений
Отвальная плугом ПН-4-35 на 20–22 см	2,77	3,61
Безотвальная стойками СибИМЭ на 20–22 см ежегодно	2,65	3,55
Комбинированная стойками СибИМЭ на 20–22 см	2,59	3,58
Дискование БДТ-2,5 на 10–12 см	2,66	3,47
Плоскорезная культиватором «Смарагд» на 12–14 см ежегодно	2,69	3,58
Дифференцированная плугом БДТ-2,5 на 10–12 см	2,57	3,48
НСР ₀₅	0,18	0,21

сти. В связи с этим нами проведен анализ влияния различных приемов обработки в зависимости от условий состояния почвы перед ее обработкой на плотность пахотного слоя в период посева. Основными показателями состояния почвы были взяты влажность и плотность пахотного слоя почвы перед основной обработкой, а также величина осенне-зимних осадков [16].

Установлено, что в условиях при плотности пахотного слоя почвы, близкой к оптимальной для зерновых культур ($1,12-1,25 \text{ г/см}^3$), в годы с различной влажностью и величиной осенне-зимних осадков плотность сложения к посеву приобретает близкие значения по всем приемам обработки. В благоприятных условиях по плотности почвы перед обработкой $1,20-1,26 \text{ г/см}^3$ и влажности $17,6-19,6 \%$ ($61-68 \%$ от НВ) при обеспеченности осенне-зимними осадками, близкой к среднееголетним значениям, мелкие и безотвальные обработки обеспечивали более рыхлое сложение пахотного слоя (на $0,04-0,20 \text{ г/см}^3$) к посеву зерновых.

В условиях с высокой плотностью пахотного слоя перед обработкой – $1,32-1,38 \text{ г/см}^3$ – при влажности $14-24 \%$ ($48-82 \%$ от НВ) при обеспеченности осенне-зимними осадками от низкой до близкой к среднееголетней норме ($51-117 \%$) безотвальная обработка стойками СибИМЭ, плоскорезная КПЭ-3,8 и дискование увеличивали плотность почвы к посеву на $0,03-0,16 \text{ г/см}^3$ относительно отвальной обработки. Это дает основание для планирования системы основной обработки почвы в зависимости от плотности и влажности почвы перед ее выполнением: при плотности $1,12-1,26 \text{ г/см}^3$, влажности $10,4-21,4 \%$ ($66-74\%$ от НВ) наряду со вспашкой эффективно применение безотвальных и мелких обработок; при высокой плотности почвы $1,32-1,38 \text{ г/см}^3$, влажности $14-24 \%$ ($48-82 \%$ от НВ) – вспашка на $20-22 \text{ см}$.

ВЫВОДЫ

1. Наблюдения за плотностью темно-серой лесной почвы показали, что в период вегетации ячменя оптимальная плотность $1,15-1,21 \text{ г/см}^3$ по всем изучаемым системам обработки сохраняется лишь в слое почвы $0-10 \text{ см}$. В пахотном слое $0-20 \text{ см}$ плотность соответствовала верхнему пределу оптимальных значений для этой культуры – $1,24-1,28 \text{ г/см}^3$. При этом плотность в слое почвы $10-30 \text{ см}$ превышала оптимальные значения на $0,05-0,40 \text{ г/см}^3$.

2. В период посев – всходы изучаемые обработки обеспечивали равный и благоприятный режим сложения пахотного слоя почвы, к периоду кущения плотность слоя почвы $0-20 \text{ см}$ по безотвальной и мелкой обработкам увеличивалась по сравнению с вариантом вспашки на $0,03-0,04 \text{ г/см}^3$, $10-30 \text{ см}$ – на $0,03-0,07 \text{ г/см}^3$.

3. Обеспечивая равные условия увлажнения в период вегетации ячменя в слое почвы $0-30 \text{ см}$, длительное применение мелких обработок вело к снижению запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы в период посев – кущение на $6,5-10,5 \text{ мм}$, или $6,4-9,4 \%$, в сравнении с ежегодной вспашкой.

4. По отвальной системе обработки получена наиболее высокая урожайность ячменя, снижение урожайности по ресурсосберегающим системам обработки на фоне без удобрений составило 2,9–7,2 %, на фоне применения удобрений – 0,8–3,6 %.

5. При планировании применения приемов основной обработки должны учитываться условия плотности и влажности почвы. При плотности 1,12–1,26 г/см³, влажности 10,4–21,4 % (66–74 % от НВ) наряду со вспашкой эффективно применение безотвальных и мелких обработок. При высокой плотности почвы (1,32–1,38 г/см³), при влажности 14–24 % (48–82 % от НВ) – вспашка на 20–22 см.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Власенко А.Н., Шарков И.Н., Иодко Л.Н. Перспективы минимизации основной обработки сибирских черноземов при возделывании зерновых культур // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2010. – № 7 – С. 5–14.
2. Кирюшин В.И. Проблема минимизации обработки почвы: перспективы развития и задачи исследований // Земледелие. – 2013. – № 7. – С. 3–6.
3. Черкасов Г.Н., Пыхтин И.Г., Гостев А.В. Возможность применения нулевых и поверхностных способов основной обработки почвы в различных регионах // Земледелие. – 2014. – № 5. – С. 13–16.
4. Петрова Л.Н., Дриггер В.К., Кацаев Е.А. Влияние технологий возделывания сельскохозяйственных культур на содержание продуктивной влаги и плотность почвы в севообороте // Земледелие. – 2015. – № 5. – С. 16–18.
5. Николаев В.А., Мазиров М.А., Зинченко С.И. Влияние разных способов обработки на агрофизические свойства и структурное состояние почвы // Земледелие. – 2013. – № 5. – С. 18–20.
6. Слесарев В.Н. Агрофизические основы совершенствования основной обработки выщелоченных черноземов Западной Сибири: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – Омск, 1984. – 32 с.
7. Воронова Н.Т. Безотвальная и минимальная обработка темно-серых лесных почв Северного Зауралья // Ресурсосберегающие системы обработки почвы. – М.: Агропромиздат, 1990. – С. 186–195.
8. Абрамов Н.В. Совершенствование основных элементов систем земледелия в лесостепи Западной Сибири: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – Омск, 1992. – 32 с.
9. Ильина Л.В. Оценка различных систем основной обработки почвы // Ресурсосберегающие системы обработки почвы. – М.: Агропромиздат, 1990. – С. 145–162.
10. Власенко А.Н. Научные основы повышения эффективности сибирского земледелия // Достижения науки и техники АПК. – 2006. – С. 7–9.
11. Турусов В.И., Корнилов И.М. Обработка почвы под ячмень на различных элементах агроландшафта // Земледелие. – 2013. – № 1. – С. 19–20.
12. Юшкевич Л.В., Щитов А.Г., Егорова Н.И. и др. Совершенствование технологии возделывания ячменя в лесостепи Западной Сибири // Земледелие. – 2013. – № 2. – С. 26–28.
13. Скипин Л.Н., Перфильев Н.В., Захарова Е.В. и др. Состояние почвы и урожайность культур при разных системах основной обработки // Плодородие. – 2014. – № 4 (16). – С. 29–32.
14. Солодовников А.П., Летучий А.В., Степанов Д.С. и др. Динамика плотности почвы чернозема южного при минимизации основной обработки // Земледелие. – 2015. – № 1. – С. 5–7.
15. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1979. – 415 с.
16. Перфильев Н.В. Оптимизация систем обработки темно-серой лесной почвы в Северном Зауралье: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – Тюмень, 2014. – 32 с.

Поступила в редакцию 25.02.2016

N.V. PERFILYEV, Doctor of Science in Agriculture, Head Researcher,
O.A. VYUSHINA, Researcher

Research Institute of Agriculture for Northern Trans-Ural

2, Burlaki St, Moscovskiy, Tyumen, 625501 Russia

e-mail: natalya_sharapov@bk.ru

EFFECT OF SOIL DENSITY UNDER DIFFERENT TILLAGE SYSTEMS ON BARLEY PRODUCTIVITY

Results are given from investigations on determining long-term impacts of tillage systems of various intensification levels on density of soil, moisture reserves, and barley productivity. The studies were conducted in 1998–2012 in Northern Trans-Ural region in the regular experiment on dark-gray forest heavy-loam soils in the five-course crop rotation of bare fallow–winter rye–wheat–grain legumes–barley expanded in time and space. It was established that the optimal conditions of density of 1.15–1.21 g/cm³ during the growing period remained only in the 0–10 cm soil layer in all tillage systems studied. Soil density in the 0–20 cm layer corresponded to the upper limit (1.24–1.28 g/cm³) of optimal values for this crop; density in the 10–30 cm layer exceeded the optimal values by 0.05–0.40 g/cm³. During the sowing–sprouting period the tillage methods studied provided equal and favorable conditions to build the arable layer of soil; towards the tillering period, the density in the 0–20 cm layer on nonmoldboard and shallow cultivations increased by 0.03–0.04 g/cm³ as compared with the plowing variant, in the 10–30 cm layer by 0.03–0.07 g/cm³ that deteriorated the assimilation of autumn–winter rainfall. Providing equal moistening conditions during the barley growing period in the 0–30 cm layer, the long-term use of shallow cultivations resulted in decreasing available moisture reserves in the 1 m layer during the sowing–tillering period by 6.5–10.5 mm, or by 6.4–9.4% as compared with annual plowing. The highest barley productivity was obtained under moldboard cultivation system; the reduction in productivity in resource-saving tillage systems made up 2.9–7.2% against the background without fertilization, and 0.8–3.6% with fertilization. It is necessary in planning the tillage methods to take into account conditions of soil density and humidity. With density of 1.12–1.26 g/cm³ and humidity of 10.4–21.4%, nonmoldboard and shallow cultivations, along with plowing, can be effectively used, with high density of 1.32–1.38 g/cm³ and humidity of 14–24%, plowing at the 20–22 cm depth.

Keywords: tillage system, tillage method, soil density, moisture reserves, productivity.