

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЁМОВ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА НА АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ

Кохан Андрей Владимирович, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, директор, Полтавская государственная сельскохозяйственная опытная станция им. Н. И. Вавилова Института свиноводства и агропромышленного производства Национальной академии аграрных наук Украины, Украина, 36029, г. Полтава, ул. Шведская, 86, ds.vavilova@ukr.net

Самойленко Елена Анатольевна, кандидат сельскохозяйственных наук, учёный секретарь, Полтавская государственная сельскохозяйственная опытная станция им. Н. И. Вавилова Института свиноводства и агропромышленного производства Национальной академии аграрных наук Украины, Украина, 36029, г. Полтава, ул. Шведская, 86, ds.vavilova@ukr.net

В статье приведены результаты исследований влияния способов основной обработки почвы и системы удобрения на агрофизические показатели почвы. Цель исследований – усовершенствование технологии выращивания подсолнечника в условиях недостаточного увлажнения лесостепной зоны. Результаты исследований показали, что на структуру почвы и её физические свойства непосредственное влияние оказывают элементы технологии выращивания культуры. Так, было установлено, что вспашка обеспечивает меньшую плотность почвы на 13,5; 21,2 и 148,1 % относительно плоскорезной и мелкой обработок, при этом в процессе вегетации культуры данный показатель увеличивается. Содержание агрономически-ценных фракций в почве размером 0,25–5,00 мм в пахотном слое изменялось под действием основной обработки почвы, при вспашке их количество составляло 47,8 %, при плоскорезной и мелкой обработках – 38,9 и 38,3 %, соответственно.

Ключевые слова: основная обработка почвы, система удобрений, плотность почвы, структура почвы, междурядья, подсолнечник

INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL METHODS OF SUNFLOWER GROWING ON AGRO-PHYSICAL SOIL PROPERTIES

Kokhan Andrey V., Ph. D. (Agriciculturae), Director, Senior Researcher, Poltava State Agricultural Experimental Station named after N. Vavilov of the Institute of Pig Breeding and Agro-Industrial Production of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, 86 Shvedskaya St., Poltava, 36029, Ukraine, ds.vavilova@ukr.net

Samoilenko Elena A., Ph. D. (Agriciculturae), Scientific Secretary, Poltava State Agricultural Experimental Station named after N. Vavilov of the Institute of Pig Breeding and Agro-Industrial Production of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, 86 Shvedskaya St., Poltava, 36029, Ukraine, ds.vavilova@ukr.net

The article presents the results of studies of the influence of the main tillage methods and the fertilizer system on the agrophysical parameters of the soil. The aim of the research was to improve the technology of growing sunflower under conditions of insufficient moisture in the forest-steppe zone. The research results showed that the elements of the technology of cultivation of the crop directly influence the structure of the soil and its physical properties. So, it was found that plowing provides a lower soil density of 13,5 %; 21,2 % and 148,1 % relative to flat-cutting and small-scale treatments, while this indicator increases during

the growing season of the crop. The content of agronomically valuable fractions in the soil with a size of 0,25–5,00 mm in the arable layer changed under the influence of the main tillage, when plowing their amount was 47,8 %, with flat-cutting and small tillage – 38,9 % and 38,3 %, respectively.

Keywords: *primary soil treatment, mineral fertilizer system, soil density, soil structure, spaces between rows, sunflower*

Введение. Оптимальные физические свойства почвы создают благоприятные условия для стойкой агроэкосистемы, обеспечивая растениям хорошее развитие [8; 9]. При интенсивной антропогенной нагрузке (обработка почвы, удобрения) в почве происходят процессы, которые изменяют её структурно-агрегатное состояние и количество водостойких агрегатов. Каждая сельскохозяйственная культура севооборота по-своему влияет на структуру чернозёма. Как правило, возделывание многолетних трав, кормовых и зерновых культур положительно влияет на его структурно-агрегатное состояние, в то же время пропашные культуры оказывают негативное влияние из-за распыления и прессования машинами и орудиями почвы, тем самым ухудшая её структуру [6; 7].

Повышенное уплотнение почвы предопределяет ухудшение условий роста и развития растений, а именно – снижает всхожесть семян, уменьшает количество продуктивных стеблей и продуктивность культуры в целом [4; 5].

Агрофизическая деградация почв наступает при долговременной интенсивной обработке, нарушается равновесие между гумусным и структурно-агрегатным состоянием чернозёма. Почва не способна полностью нивелировать влияние внешних факторов до оптимального уровня [4].

Считается, что оптимальный размер почвенных агрегатов для хорошего роста растений находится в пределах от 0,25 до 10,00 мм, а наилучший – 0,25–3,00 мм. Именно такой размер агрегатов способствует эффективному использованию растениями влаги и хорошей аэрации почвы и, как следствие, обеспечивает получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур [3]. Наибольшее содержание агрегатов размером 0,25–10,00 мм в течение вегетационного периода обеспечивает продуктивное использование растениями влаги, поскольку в этом случае зоны максимального и минимального потребления влаги совпадают с зонами формирования растениями максимума и минимума урожая [2].

В то же время разрушение почвенной структуры происходит как за счёт антропогенных факторов (системы основного, перед- и послепосевных обработок почвы), так и естественных – интенсивности дождевых осадков и снеготаяния. Один из путей улучшения структуры почвы – правильный выбор способа её основной обработки. При проведении этого агротехнического мероприятия происходит не только процесс пространственного перемещения слоёв почвы, но и осуществляется разрушение некоторого количества агрегатов и одновременное создание огромного количества агрегатов других размеров [1].

Таким образом, актуальной проблемой, которую необходимо решить при выращивании подсолнечника в Степи Украины, является обеспечение максимального уровня влагонакопления за счёт создания оптимальных параметров физических свойств почвы под действием её основного возделывания [6].

Проведённые нами исследования показали, что структурно-агрегатный состав пахотного слоя, его размеры зависели как от способов основной обработки почвы, так и от последующих рыхлений. В процессе проведения механических обработок во время вегетации подсолнечника почвенные агрегаты изменялись.

Материалы и методы исследования. Полевые опыты проводили в течение 2012–2014 гг. в отделе земледелия Полтавской государственной сельскохозяйственной

опытной станции имени Н. И. Вавилова Института свиноводства и агропромышленного производства НААН, которая расположена территориально в зоне недостаточного увлажнения.

Почва опытного участка – чернозём типичный среднегумусный тяжелосуглинистый на лёссе. Его пахотный слой характеризуется следующими основными агрохимическими и агрофизическими показателями: содержание гумуса 4,9–5,2, легкогидролизуемого азота (по Тюрину и Кононовой) – 120–127 мг; подвижного фосфора (по Чирикову) – 100,0–131,0 мг; обменного калия (по Масловой) – 171,0–200,0 мг / кг почвы; кислотность – близкая к нейтральной. Плотность почвы – 1,05–1,17 г / см², общая слоистость – 55,5–59,8, полевая влагоёмкость – 29,7–31,5.

Результаты исследования и их обсуждение. В своих исследованиях мы изучали следующие почвенные агрегаты: глыбы – агрегаты более 10 мм, макроагрегаты – от 10 до 0,25 мм, микроагрегаты – менее 0,25 мм.

По результатам проведённых лабораторных анализов было установлено, что в осенний период наибольшее количество агрономически ценных агрегатов фракцией 0,25–10,0 мм (макроагрегаты) в пахотном слое почвы 0–30 см было после вспашки на глубину 25–27 см и составляло 62,9 %, немного меньшим этот показатель был при мелкой (БДТ-3) и нулевой обработках почвы – 49,0 и 50,6 %, минимальное их количество наблюдалось при плоскорезной (КПП-2,2) – 48,0 %. В весенний период количество данных агрегатов по вспашке снизилось с 62,6 до 50,0 %, или на 12,6 абс. % с одновременным увеличением на 8,3 % агрегатов размером более 10 мм (глыбистая структура). Такое снижение происходит под действием естественных факторов (почвенной засухи, высоких суточных температур) и весенней предпосевной обработки.

На протяжении вегетационного периода основная и предпосевная обработки почвы, а также и обработки по уходу за растениями по-разному влияли на динамику структурного состава почвы, однако различия по показателю сохранились (табл. 1).

Таблица 1

Влияние способов основной обработки почвы на её агрегатный состав перед уборкой (среднее за 2012–2014 гг., сентябрь)

Способ и глубина основной обработки почвы, см	Слой почвы, см	Размер и содержание агрегатов, %		
		> 10 мм	0,25–10,00 мм	< 0,25 мм
Вспашка: ПН-3-35 на 25–27 (контроль)	0–10	43,8	47,0	9,2
	11–20	47,1	44,5	8,4
	21–30	46,5	45,5	8,0
	0–30	45,8	45,7	8,7
Плоскорезная обработка: КПП-2,2 на 16–18	0–10	40,2	49,7	10,1
	11–20	45,3	47,4	7,3
	21–30	46,5	47,5	6,0
	0–30	44,0	48,2	7,1
Мелкая обработка: БДТ-3 на 8–10	0–10	38,5	51,2	10,3
	11–20	41,6	51,9	6,5
	21–30	40,9	51,6	7,5
	0–30	40,0	51,4	8,1
Нулевая: раундап 3 л/га + «Кинзе»	0–10	45,0	52,1	2,9
	11–20	43,0	50,9	6,1
	21–30	44,3	50,5	5,3
	0–30	45,3	50,3	5,0

Так, если по вспашке от посева и до уборки подсолнечника содержание макроагрегатов уменьшилось на 17,4 абс.%, то по плоскорезной и мелкой обработках почвы этот показатель оставался практически на одном уровне. За этот период агрегатов более 10 мм (глыбы) по вспашке выросло с 40,9 до 45,8 %, тогда как по плоскорезной, мелкой и нулевой обработках почвы даже несколько уменьшился – на 2,2 и 4,4%, соответственно, а при нулевой обработке остался практически на том же уровне – 44,6 против 44,2 %.

В то же время независимо от способа основной обработки почвы до конца вегетации подсолнечника было отмечено увеличение количества микроагрегатов (< 0,25 мм), за исключением нулевой обработки, где такой чёткой закономерности не прослеживалось.

В результате воздействия основной обработки почвы изменялось содержание агрономически ценной фракции размером 0,25–5,00 мм в пахотном слое почвы. Самым высоким этот показатель был по вспашке – 47,8 %, меньшим – при плоскорезной и мелкой обработке – 38,9 и 38,3 %, соответственно. Следовательно, количество водопорных агрегатов размером 0,25–5,00 мм зависит от способа основной обработки.

Известно, что физические параметры почвы должны быть как можно больше приближёнными к оптимальным, обеспечивая наилучшие условия развития растений и водно-воздушный режим. Оптимальные параметры плотности почвы для большинства сельскохозяйственных культур, в том числе и подсолнечника, находится в пределах 1,05–1,20 г/см³. Преимущественно это почвы суглинистого гранулометрического состава, которые распространены в лесостепной и степной почвенно-климатических зонах Украины. Однако посевной слой этих почв, на которых применяется традиционная технология возделывания культур, является слишком рыхлым и не отвечает даже нижнему пределу оптимальной плотности, поэтому возникает необходимость прикатывания, т. е. дополнительные технологические операции, что усиливает нагрузку МТА на почву.

Проведённые исследования и полученные результаты показали, что после уборки предшественника подсолнечника, в нашем опыте – это пшеница озимая, плотность в пахотном слое почвы (0–30 см) равнялась 1,26 г/см³. Наименьшим этот показатель был в посевном слое (0–10 см) – 1,16 г/см³ и постепенно увеличивался в слоях 10–20 и 20–30 см до 1,27 и 1,34 г/см³, соответственно.

Способы основной обработки по-разному влияли на твёрдость почвы в пахотном слое перед началом весенних работ. Динамика этого показателя весной перед посевом отличалась как по глубине отбора образца, так и по варианту обработки почвы. Анализируя изменения этого показателя по почвенному профилю, следует отметить, что по пахоте в слоях от 0 до 30 см он увеличивался незначительно – 0,99–1,01 г/см³. В то же время при плоскорезной, мелкой и нулевой обработках почвы её твёрдость возрастала с глубиной слоя на 11,7; 12,4 и 13,7 %, что ухудшало условия прорастания семян и роста растений в последующие их периоды развития.

За время вегетации подсолнечника в результате естественных и антропогенных факторов (междурядная обработка почвы) наблюдалось увеличение плотности пахотного слоя независимо от способа основной обработки почвы. Так, в посевном слое (0–10 см) при отвальной обработке почвы она выросла на 18,5 %, при плоскорезной и мелкой – на 21,2 и 24,6 %, только при нулевой обработке увеличение плотности было минимальным – 1,7 %. По отвальной и безотвальной обработках почвы также наблюдалось увеличение плотности почвы в пахотном слое на 21,2; 16,0 и 22,5 %, а при нулевой – уменьшение на 0,8 %.

Результаты исследований показали, что твёрдость почвы находится в прямой зависимости с её плотностью. За время роста и развития растений подсолнечника твёрдость пахотного слоя, независимо от способов основной обработки, выросла по вспашке на 1,3 кг/см², а при плоскорезной и мелкой – на 0,6 и 0,8 кг/см², тогда как при прямом посеве этот показатель находился практически на одном уровне.

Также было установлено, что при выращивании подсолнечника на фоне разных способов основной обработки почвы ширина междурядий существенного влияния на твёрдость почвы не оказывала (табл. 2).

Таблица 2

Влияние способа обработки почвы на её твёрдость перед уборкой, кг / см²
(среднее за 2012–2014 гг.)

Способ и глубина основной обработки почвы, см	Ширина междурядий							
	70 см (контроль)				35 см			
	Слой почвы, см							
	0–10	10–20	20–30	0–30	0–10	10–20	20–30	0–30
Вспашка на 25–27 (контроль)	5,9	8,8	10,6	8,4	5,8	8,7	10,5	7,7
Плоскорезная: КПП-2,2 на 16–18	6,6	9,4	12,7	9,3	6,7	9,5	12,5	9,1
Мелкая: БДТ-3 на 8–10	6,9	9,7	13,9	10,0	7,0	9,8	14,0	10,1
Нулевая: раундап, 3 л/га + «Кинзе»	13,5	14,1	13,7	13,5	13,4	14,0	13,8	13,4

Полученные результаты свидетельствуют о том, что на твёрдость почвы оказывали влияние как природные факторы (осадки, их интенсивность, температура воздуха, почвенный профиль), так и антропогенные, в частности, способ основной обработки почвы и в меньшей мере – ширина междурядий.

Установлено, что независимо от способа основной обработки почвы под подсолнечник при ширине междурядья 70 см наибольшее содержание агрегатов размером от 0,25 до 3,00 мм было на варианте, где оставляли послеуборочные остатки, солому предшественника и вносили азотные удобрения из расчёта 10 кг д. в. на 1 т соломы. По вспашке этот показатель составлял 85,6 %, при чизельной обработке – 81,2 % и при мелкой – 82,1 %, тогда как на удобренных участках 83,6, 79,4 и 80,4 %, соответственно. При минеральной системе удобрений содержание этой фракции почвы находилось на уровне контроля. Аналогичная закономерность прослеживалась по всем вариантам основной обработки почвы.

Анализируя полученные результаты исследования твёрдости почвы под подсолнечником, следует отметить, что в верхнем слое почвы (0–5 см) наименьшее её значение было по мелкой обработке почвы с шириной междурядий подсолнечника 35 см и в зависимости от системы удобрения, находился в пределах от 5,5 кг/см² (побочная продукция + N₁₀ на каждую её тонну) до 5,9 кг/см² (N₃₀P₄₀). Несколько выше этот показатель был по вспашке – от 5,75 кг/см² (побочная продукция + N₁₀ на каждую её тонну) до 6,7 кг/см² (N₄₀P₆₀) и наибольший – по чизельной обработке – от 8,3 кг/см² (побочная продукция + N₁₀ на каждую её тонну) до 9,2 кг/см² при внесении удобрений N₄₀P₆₀.

По профилю почвы показатель твёрдости увеличивался, при этом его значения различались в зависимости от основной обработки почвы. Так, если по вспашке в пахотном слое этот показатель находился на одном уровне, а после увеличивался, то по плоскорезной и мелкой обработках эта закономерность наблюдалась в пределах 15 см слоя почвы с последующим его увеличением.

Показателем эффективности любого агротехнологического приёма является урожайность. Так, за период исследований максимальный уровень урожайности у подсолнечника был отмечен по вспашке и составлял в среднем 2,7 т/га, тогда как по нулевой обработке – 2,0 т/га.

Выводы. Результаты исследований показали, что структура почвы находится в прямой зависимости с основной обработкой почвы – максимальное количество агрономически ценных агрегатов (0,25–5,00 мм) в пахотном слое формируется при вспашке, при плоскорезной и мелкой обработках их количество составляет 38,9 и 38,3 %, соответственно.

Применение удобрений незначительно влияет на уровень твёрдости почвы. Так, если по вспашке и при внесении минерального удобрения ($N_{30}P_{40}$ и $N_{40}P_{60}$) в слоях почвы 5–10, 10–15 и 20–25 см значение твёрдости почвы было больше на 13,8 и 11,1 %, 7,5 и 12,5 %, 2,4 и 8,1 %, соответственно, чем в контроле, то при органо-минеральной системе удобрения (побочная продукция + N_{10} на каждую её тонну) этот показатель был меньше на 3,5 и 4,2 %, соответственно. Такая же тенденция наблюдалась и по безотвальной обработке (чизельной и мелкой).

На плотность почвы способ выращивания подсолнечника, в частности, ширина междурядий, существенного влияния не имел. Таким образом, на структурный состав почвы и его твёрдость оказывали влияние как антропогенные факторы (системы и способы обработки почвы, удобрение), так и естественные (температурный и водный режимы после зяблевой вспашки). Изменение соотношения между фракциями почвы происходило за счёт разрушения и создания агрегатов разных размеров.

Список литературы

1. Краевский, А. Н. Влияние способов обработки почвы и полива на урожай подсолнечника / А. Н. Краевский, Г. Н. Полуектов, Н. Е. Богатырев // Земледелие.– 1993. – № 5. – С. 29–30.
2. Малыхин, И. И. Влияние отдельных систем обработки почвы на ее воднофизические свойства и урожайность подсолнечника / И. И. Малыхин // Вопросы агротехники и экологии в современном земледелии. – Луганск, 1990. – С. 55–62.
3. Основы земледелия и растениеводства / [В. С. Косинский, А. М. Рубанов, В. В. Ткачев, А. А. Сучилина]. – Москва : Колос, 1980. – 335 с.
4. Патица, В. П. Сучасні проблеми охорони агрохімічних обстежень та паспортизації сільськогосподарських угідь / В. П. Патица, О. Г. Тараріко, Д. М. Банцаровський // Агроекологічний журнал. – 2001. – № 2. – С. 3–7.
5. Пенчуков В. М. Обработка почвы и урожай / В. М. Пенчуков, А. У. Каплушев, Е. И. Колесников // Масличные культуры. – 1986. – № 4. – С. 14–15.
6. Поляков, О. І. Агрофізичні властивості ґрунту перед посівом соняшнику / О. І. Поляков, Д. І. Нікітчин // Науково-технічний бюлетень ІОК УААН. – 1998. – Вип. 3. – С. 223–228.
7. Сайко, В. Ф. Системи обробітку ґрунтів в Україні / В. Ф. Сайко // Вісник аграрної науки. – 2006. – № 7. – С. 5–9.
8. Сніговий, В. С. Гумусовий стан чорнозему південного за різних способів обробітку в сівозміні / В. С. Сніговий, М. М. Глушук // Вісник аграрної науки. – 1999. – № 11. – С. 21–23.
9. Тараріко, Ю. О. Агрометеорологічні ресурси України та технології їх раціонального використання / Ю. О. Тараріко // Вісник аграрної науки. – 2006. – № 3–4. – С. 29–31.

References

1. Kraevskyy, A. N. Vlyyanye sposobov obrabotky pochvy y polyva na urozhay podsolnechnyka [Influence of soil cultivation and irrigation methods on sunflower harvest]. *Zemledelye* [Agriculture], 1993, no 5, pp. 29–30.

2. Malykhyn, I. I. Vlyyanye otdelnykh system obrabotky pochvy na ee vodnofyzycheskye svoystva y urozhaynost podsolnechnyka [Influence of individual soil cultivation systems on its water-physical properties and sunflower yield]. *Voprosy ahrotekhniky y ékologyy v sovremennom zemledel'yy* [Agricultural and environmental issues in modern agriculture]. Luhansk, 1990, pp. 55-62.

3. Kosynskyy, V. S., Rubanov, A. M., Tkachev, V. V., Suchylina, A. A. *Osnovy zemledelya y rastenyevodstva* [Basics of agriculture and crop production]. Moscow, Kolos Publ. House, 1980, 335 p.

4. Patyka, V. P., Tarariko, O. G., Bantsarovskyy, D. M. Suchasni problemy okhorony ahrokhimichnykh obstezhen ta pasportyzatsiyi silskokhospodarskykh ugid [Modern problems of protection of agrochemical inspections and certification of agricultural lands]. *Ahroekologichnyy zhurnal* [Agroecological journal], 2001, no 2, pp. 3-7.

5. Penchukov, V. M., Kaplushev, A. U., Kolesnikov, E. I. Obrabotka pochvy y urozhay [Tillage and harvest]. *Maslychnye kultury* [Oilseeds], 1986, no 4, pp. 14-15.

6. Polyakov, O. I., Nikitchyn, D. I. Agrofizychni vlastyvosti gruntu pered posivom sonyashnyku [Agrophysical properties of soil before sowing sunflower]. *Naukovo-tekhnichnyy byuleten IOK UAAN* [Scientific and technical bulletin of IOC UAAS], 1998, iss. 3, pp. 223-228.

7. Sayko, V. F. Systemy obrobitku gruntiv v Ukrayini [Tillage systems in Ukraine]. *Visnyk agrarnoyi nauky* [Bulletin of Agricultural Science], 2006, no 7, pp. 5-9.

8. Snigovyy, V. S., Glushchuk, M. M. Gumusovyy stan chornozemu pivdennoho za riznykh sposobiv obrobitku v sivozmini [Humus condition of southern chernozem by different methods of cultivation in crop rotation]. *Visnyk agrarnoyi nauky* [Bulletin of Agricultural Science], 1999, no 11, pp. 21-23.

9. Tarariko, Yu. O. Agrometeorologichni resursy Ukrayiny ta tekhnologiyi yikh ratsionalnogo vykorystannya [Agrometeorological resources of Ukraine and technologies of their rational use]. *Visnyk agrarnoyi nauky* [Bulletin of Agricultural Science], 2006, no 3-4, pp. 29-31.