

6. Shindin, A. P. Kukuruz. Sovremennaya tekhnologiya vozdeleyvaniya [Tekst] (Maize. Present-Day Technology of Cultivation [Text]), A.P. Shindin, V.N. Bagrintseva, A.G. Gorbacheva [i dr.], Moskva, VNIИ kukuruzy, 2009, 127 p.

7. Fermer Land. Vse o fermerstve i sel'skom khozyaistve. [Elektronnyi resurs] – rezhim dostupa www.fermerland.com

УДК 633.854.78

ГРНТИ 68.35.37

Цилурик А.И., д-р с.-х. наук, доцент,

Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет;

Судак В.Н. канд. с.-х. наук, ст.науч.сотр.,

Государственное учреждение Институт зерновых культур НААН Украины,

г. Днепр, Украина

E-mail: tsilurik@mail.ru, sudak.vova2012@yandex.ua

### ВЛИЯНИЕ МУЛЬЧИРУЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ НА ПИТАТЕЛЬНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ В ПОСЕВАХ ПОДСОЛНЕЧНИКА

*Доказана высокая эффективность использования соломы совместно с минеральными удобрениями ( $N_{30-60}P_{30}K_{30}$ ) при использовании чизельной и плоскорезной обработок почвы. Мелкое дискование приводит к торможению нитрификации вследствие ухудшения агрофизических свойств пахотного слоя и локализации в ограниченной среде большого количества послежнивных остатков. Динамика запасов подвижного фосфора и обменного калия в пахотном слое при чизельной и плоскорезной мульчирующих обработках перед посевом подсолнечника ( $P_2O_5$  – 137-153 мг/кг,  $K_2O$  – 138-157 мг/кг) была на уровне со вспашкой. Применение минеральных удобрений ( $N_{30-60}P_{30}K_{30}$ ) на мульчирующих обработках (чизельная, плоскорезная) нивелирует преимущество вспашки и способствует формированию практически равноценного урожая семян подсолнечника (соответственно 2,53–2,67, 2,57–2,72 и 2,51–2,64 т/га) за исключением дискования, где урожайность семян снижалась на 0,16-0,21 т/га (6-8,9%) сравнительно с контролем (отвальная вспашка).*

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ПОДСОЛНЕЧНИК, ОБРАБОТКА ПОЧВЫ, ПИТАТЕЛЬНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ, АЗОТ НИТРАТОВ, ПОЖНИВНЫЕ ОСТАТКИ, УДОБРЕНИЯ, УРОЖАЙНОСТЬ

UDC 633.854.78

Tsilyurik A.I., Dr Agr.Sci., Docent

Dnepropetrovsk State Agrarian-Economic University;

Sudak V.N., Cand.Agr.Sci., Senior Researcher,

Institute of Grain Crops of NAAS of Ukraine,

Dnepr, Ukraine

E-mail: tsilurik@mail.ru, sudak.vova2012@yandex.ua

### INFLUENCE OF MULCHING ON NOURISHING CONDITIONS OF SOILS IN SUNFLOWER CROPS

*The researches proved high efficiency of joint application of straw and mineral fertilizers ( $N_{30-60}P_{30}K_{30}$ ) used in chisel and moldboard plowing. Shallow disking leads to inhibition of nitrification due to the deterioration of agrophysical properties of topsoil and localization of large*

*number of odds and ends in the restricted space after harvest. The dynamics of stocks of mobile phosphorus and exchangeable potassium in the topsoil in case of chisel and moldboard mulching plowing before sowing sunflower ( $P_2O_5$  – 137-153 mg/kg,  $K_2O$  – 138-157 mg/kg) was on a par with plowing. The use of mineral fertilizers ( $N_{30-60}P_{30}K_{30}$ ) in case of the mulching tillage (chisel, moldboard) levels the advantage of plowing and contributes to the formation of almost equivalent yield of sunflower seeds (correspondently 2,53-2,67, 2,57-2,72 and 2,51-2,64 t/ha), except disking where yield decreased by 0,16-0,21 t/ha (6-8,9%) compared to the control (moldboard plowing).*

KEY WORDS: SUNFLOWER, TILLAGE, NOURISHING CONDITIONS OF SOILS, NITRATE NITROGEN, ODDS AND ENDS, FERTILIZER, CROP YIELD

**Введение.** Черноземы северной Степи Украины имеют достаточно высокий потенциал плодородия, однако значительная часть элементов питания в почве содержится в форме сложных органических или нерастворимых минеральных соединений и поэтому не может усваиваться корнями растений. В то же время различные способы основной обработки почвы, оказывая влияние на её влажность, аэрацию, интенсивность деятельности микроорганизмов и другие факторы, играют важную роль в регулировании питательного режима, повышая эффективность удобрений, создавая условия, благоприятные для выращивания полевых культур [1-4].

Мульчирующая обработка почвы, которая проводится без оборота пласта и предусматривает оставление на поле побочной продукции предшественника, существенно влияет на ход и направленность почвенных процессов, в частности на азотный режим черноземов. При мульчирующей обработке возрастают риски, связанные, прежде всего с биологической иммобилизацией азота, степень проявления которой значительно зависит от погодных условий, количества и физико-химических свойств пожнивных остатков, способа и глубины их заделки в почву [5].

Применение мульчирующей обработки почвы на фоне большого количества растительных остатков снижает скорость минерализации гумуса и тормозит переход органических азотных соединений в доступные растениям неорганические формы. На бедных агрохимических фонах это явление может приводить к азотному голоданию растений, негативному влиянию на

продуктивность культур севооборота и к необходимости внесения компенсационных доз минеральных удобрений [6].

В то же время, как свидетельствуют М.К. Шикун, Г.В. Назаренко [7], в условиях интенсивного земледелия с положительным балансом питательных веществ внесение дополнительного азота по мульчирующей обработке не является обязательным приемом. При этом обогащение на мульчирующих фонах верхних слоев почвы растительными субстратами с соотношением C:N в пределах 70–80:1 может иметь целый ряд агроэкологических преимуществ. В частности, микробиологическая фиксация азота не исключает его из круговорота, а наоборот, обеспечивает сохранение в почве, способствует лучшему усвоению нитратов растениями и повышению урожайности посевов [8].

Следует также отметить, что влияние различных способов основной обработки почвы на режим усваиваемых соединений элементов питания изучен недостаточно, к тому же он несет противоречивый характер при оценке разными учёными, а, соответственно, требует продолжения исследований в данном направлении с целью оптимизации питательного режима.

**Методика.** Исследования проводились на территории опытного хозяйства "Днепр" государственного учреждения Институт зерновых культур НААН Украины в стационарном полевом опыте лаборатории севооборотов и природоохранных систем обработки почвы в пятипольном севообороте чистый пар – пшеница озимая – подсолнечник – ячмень яровой – кукуруза в соответствии с общепринятыми методиками опытного дела, в

течение 2011-2015 гг. Агротехника выращивания подсолнечника (гибрид Ясон) общепринятая для зоны Степи.

Опыт включал четыре способа основной обработки почвы под подсолнечник: отвальная вспашка (контроль) – плугом ПО-3-35 на глубину 20-22 см, чизельное рыхление (мульчирующая) – чизель-культиватором "Conser Till Plow" на глубину 14-16 см, плоскорезная (мульчирующая) – обработка тяжелым культиватором КШН-5,6 "Резидент" на глубину 12-14 см и дискование (мульчирующая) – дискование БДТ-3 на 10-12 см. По всем вариантам обработки под предпосевную культивацию вносили почвенный гербицид Харнес – 2,5 л/га. Внесение удобрений проводили весной разбросным способом под предпосевную культивацию в дозе: 1) без удобрений + пожнив-ные остатки предшественника (контроль) 2) N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> + пожнив-ные остатки предшественника 3) N<sub>60</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> + пожнив-ные остатки предшественника.

Агрохимические анализы образцов почвы исполняли по общепринятым методикам (N-NO<sub>3</sub> в почве спектрофотометрически (метод Кравкова), подвижные формы

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O с помощью раствора 0,5 N уксусной кислоты, легкодоступные формы фосфора методом Францесона и нейтрального раствора сернокислого калия (методом Карпинского-Замятиной).

Почва опытного участка – чернозём обыкновенный тяжелосуглинистый с содержанием в пахотном слое: гумуса – 4,2%, нитратного азота – 13,2 мг/кг, подвижных соединений фосфора и калия (по Чирикову) в соответственно 145 и 115 мг/кг.

Цель исследований – установить влияние различных способов мелкой мульчирующей обработки почвы и удобрений при высоких фонах пожнивных остатков в севообороте на питательный режим чернозёма, урожайность и экономическую эффективность выращивания подсолнечника в условиях Северной Степи Украины.

**Результаты и обсуждение.** Перед посевом подсолнечника на фоне без удобрений фактическое содержание нитратного азота в пахотном слое почвы было выше на контрольном варианте, где проводилась вспашка – 15,0 мг/кг против 12,4 – 14,3 мг/кг на мульчирующих агрофонах (табл. 1).

Таблица 1

Содержание нитратного азота в почве перед посевом подсолнечника, мг/кг (слой 0–30 см)

Обработка почвы	Удобрения	Годы			Среднее
		2011	2012	2013	
Отвальная вспашка (20-22 см)	послежнив-ные остатки	12,8	19,1	13,2	15,0
	послежнив-ные остатки + N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	13,8	20,5	15,0	16,4
	послежнив-ные остатки + N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	15,0	26,4	17,8	19,7
Чизелевание (14-16 см)	послежнив-ные остатки	11,8	18,4	12,8	14,3
	послежнив-ные остатки + N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	12,8	20,2	17,5	16,8
	послежнив-ные остатки + N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	13,7	25,9	20,4	20,0
Плоскорезное рыхление (12-14 см)	послежнив-ные остатки	11,6	17,5	12,2	13,8
	послежнив-ные остатки + N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	12,4	19,8	17,2	16,5
	послежнив-ные остатки + N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	13,0	25,7	20,1	19,6
Дискование (10-12 см)	послежнив-ные остатки	10,9	15,3	10,9	12,4
	послежнив-ные остатки + N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	11,8	20,1	13,6	15,2
	послежнив-ные остатки + N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	12,7	25,5	16,8	18,3

Из возможных причин этого явления наиболее вероятной причиной следует считать отличие топографии размещения растительных остатков, разную степень перемешивания и сепарации почвенной массы. Известно, что при одинаковых исходных условиях микробиологическая активность чернозёма в подавляющем большинстве

случаев возрастает при создании гомогенного по плодородию пахотного слоя, лучшей аэрации, равномерном распределении органических веществ по профилю почвы [9-10].

Если на неудобренном фоне данная закономерность отслеживалась в течение

всего периода исследований, то на удобренных участках – только в первые два года применения мульчирующей обработки почвы (2011, 2012). В 2013 году, который отмечался благоприятным гидротермическим режимом погоды весной и сравнительно небольшим количеством вовлеченной в круговорот соломы, наблюдалась обратная зависимость. Например, при внесении  $N_{60}P_{30}K_{30}$  на чизелевании и плоскорезном рыхлении содержание  $N-NO_3$  в почве равнялось 20,1-20,4, а по отвальной вспашке только 17,8 мг/кг. Как следствие, в среднем за 2011-2013 гг. количество азота нитратов в слое 0-30 см на участках, которые подлежали пахоте (20-22 см), чизелеванию (14-16 см) и плоскорезному рыхлению пласта (12-14 см) оказалось примерно одинаковым и составляло на вариантах  $N_{30}P_{30}K_{30}$  – 16,4-16,8,  $N_{60}P_{30}K_{30}$  – 19,6-20,0 мг/кг.

Следует подчеркнуть, что дисковая обработка на глубину 10-12 см по содержанию азота нитратов в пахотном слое почвы уступала контролю (вспашка) в среднем за годы исследований на 1,2-2,6 мг/кг, чизелеванию и плоскорезному рыхлению – на 1,3-1,9 мг/кг. То есть существенное влияние на интенсивность нитрификации в опытах имел не только способ обработки почвы, но

и глубина заделки соломы. Расхождения в показателях в пользу более глубокой обработки возрастало на фоне без удобрений, особенно при вовлечении больших объемов побочной продукции (2012 год), достигая отметки 3,8 мг/кг. Показательно, что ухудшение азотного режима почвы при дисковании происходило как без удобрений, так и в удобренных агрофонах.

Применение минеральных удобрений в дозе  $N_{30}P_{30}K_{30}$  и  $N_{60}P_{30}K_{30}$  на фоне заделки в почву измельченной соломы обуславливало рост количества нитратов в пахотном слое весной относительно неудобренного фона в среднем на 1,4-2,8 и 4,7-5,9 мг/кг. Большие расхождения между указанными вариантами присущи 2012 и 2013 гг., которые характеризуются стремительным нарастанием температурного режима воздуха в апреле, а также участкам с мульчирующей обработкой почвы, где азот удобрений сработал в качестве своеобразного катализатора нитрификационных процессов.

Во временном промежутке "сев – цветение подсолнечника" произошло уменьшение содержания  $N-NO_3$  в пахотном слое почвы на фоне без удобрений с 12,4-15,0 до 9,7-11,9 мг/кг, при внесении минеральных удобрений – с 15,2-20,0 до 11,2-13,0 мг/кг (табл. 2).

Таблица 2

Азотный режим почвы в посевах подсолнечника, мг/кг (слой 0-30 см)

Обработка почвы	Годы	Без удобрений		$N_{30}P_{30}K_{30}$		$N_{60}P_{30}K_{30}$	
		цветение	полная спелость семян	цветение	полная спелость семян	цветение	полная спелость семян
Отвальная вспашка (20-22 см)	2011	10,8	10,4	12,2	11,2	13,2	11,6
	2012	14,1	16,8	13,9	17,6	14,3	18,3
	2013	10,8	9,4	11,0	9,7	11,3	9,9
	среднее	11,9	12,2	12,4	12,8	12,9	13,3
Чизелевание (14-16 см)	2011	11,0	11,3	12,3	12,6	13,5	12,7
	2012	11,0	14,1	12,5	16,6	13,7	17,0
	2013	10,0	7,6	11,3	9,8	11,8	10,0
	среднее	10,7	11,0	12,0	13,0	13,0	13,2
Плоскорезное рыхление (12-14 см)	2011	10,7	10,7	11,7	11,2	11,9	11,4
	2012	10,3	14,7	12,2	16,6	12,5	16,7
	2013	10,3	7,9	11,2	9,5	11,5	9,8
	среднее	10,4	11,1	11,7	12,4	12,0	12,6
Дискование (10-12 см)	2011	10,1	10,3	11,2	11,0	11,4	11,5
	2012	9,2	13,8	11,5	16,0	12,2	16,4
	2013	9,8	7,5	10,9	8,3	11,4	8,6
	среднее	9,7	10,5	11,2	11,8	11,7	12,2

В первом случае разница между способами обработки почвы в пользу вспашки сохранялась, во втором – в значительной мере нивелировалась. То есть, с началом периода максимального потребления азота (фаза образования корзинки) наблюдали некоторое торможение нитрификации по отвальной вспашке и усиление процесса на мульчирующих фонах, особенно чизелевании, которое обеспечивает относительно глубокое по сравнению с дискованием и плоскорезным рыхлением почвы перемешивание послезимних остатков с почвой, а также создает лучшие водно-физические условия для жизнедеятельности микробных популяций. Более четко эта тенденция проявлялась в 2011 и 2013 годах, меньше – в 2012 году, который отличался аномально засушливой погодой в июне – июле и отсутствием предпосылок для трансформации органического вещества и ремобилизации азота на мульчирующих агрофонах.

Сравнительно высокие абсолютные величины содержания азота нитратов в 2012 году во время цветения растений объясняются по нашему мнению, значительными исходными (весенними) запасами  $N-NO_3$ , а также существенным сокращением их потребления при полном обезвоживании пахотного слоя. Аналогичная закономерность при сохранении средних показателей на уровне предыдущего определения (фаза цветения) отмечена и перед сбором урожая. Различия в показателях между неудобренными и удобренными фонами при втором и третьем сроках определения азота нитратов в почве (в отличие от первого, весеннего) были незначительными и не превышали 1-2 мг/кг. Это связано, прежде всего, с большей урожайностью подсолнечника и максимальным потреблением макроэлемента на участках, где заделка соломы сочеталась с внесением  $N_{30}P_{30}K_{30}$  и  $N_{60}P_{30}K_{30}$ .

Содержание кислоторастворимых форм фосфора в пахотном слое почвы (метод Чирикова) было на уровне повышенной и высокой обеспеченности (129-162 мг/кг). При этом абсолютные величины по срокам определения имели близкое значение. Однако в отдельно взятые годы динамика из-

менений количественных показателей оказалась разной. Например, в 2011 году в течение вегетационного периода они имели тенденцию к росту, несмотря на интенсивное использование макроэлемента растениями масличной культуры. Это объясняется, прежде всего, высоким эффективным плодородием почвы опытного участка, внесением удобрений, а также благоприятными гидротермическими условиями погоды, которые положительно влияли на развитие микробиологических процессов, повышали степень минерализации органических соединений и усиливали фосфатазную активность чернозема. В промежутке между фазами цветения и полной спелости семян, когда темпы поступления  $P_2O_5$  в растения существенно замедлялись, наблюдался рост содержания фосфатов в почве до самой высокой отметки (148-176 мг/кг).

В 2012 году за время от посева до цветения подсолнечника из почвы было использовано 3-16 мг/кг, от цветения до уборки – 1-5 мг/кг подвижных фосфатов. Незначительные изменения показателей дают основания для предположения, что при достаточном увлажнении почвы процессы поглощения фосфора уравниваются процессами его мобилизации, а при обезвоживании пахотного слоя растения использовали фосфор с подпахотных горизонтов. Следует отметить, что 2013 год характеризовался увеличением количества оксида фосфора в почве за период от посева до цветения и уменьшением содержания  $P_2O_5$  в пахотном слое во вторую половину вегетации подсолнечника (цветение – созревание семян).

Согласно усредненным данным при отвальной вспашке перед посевом подсолнечника в слое почвы 0-30 см содержалось 142-158, в фазу цветения – 139-162, при полной спелости семян – 136-155 мг/кг  $P_2O_5$ . На чизелевании и плоскорезном рыхлении эти показатели соответственно указанных сроков определения составили 137-153, 143-156 и 140-150 мг/кг, то есть применение указанных способов мульчирующей обработки не приводило к ухудшению фосфатного режима чернозема как на удобренном, так и на неудобренных фонах.

На дисковании наблюдали устойчивую тенденцию к уменьшению количества подвижного фосфора в пахотном слое относительно контроля, что может быть связано как с усиленной биологической активностью почвы по вспашке, так и с вероятностью закрепления  $P_2O_5$  (аналогично азоту) микроорганизмами при разложении вовлеченной в круговорот соломы на мелко обработанных участках [11]. Разница в показателях между вариантами в пользу вспашки возрастала в посевной период (по сравнению с фазами цветения и полной спелости семян), особенно в засушливом 2012 году (15-16 мг/кг).

По отдельным позициям отслеживались закономерности, присущие всем годам исследований. Так, применение минеральных удобрений в дозе  $N_{30}P_{30}K_{30}$  способствовало повышению количества подвижных фосфатов в почве перед посевом подсолнечника по отвальной вспашке на 11 мг/кг, при мульчирующей обработке – на 10-14 мг/кг, а внесении  $N_{60}P_{30}K_{30}$  соответственно на 16 и 13-17 мг/кг. На удобренных участках больше фосфора использовали посевы с внесением повышенной дозы азота  $N_{60}P_{30}K_{30}$  вследствие формирования здесь значительной вегетативной массы и прибавки урожая семян. В подавляющем большинстве случаев на неудобренном фоне потребление фосфора возрастало при вспашке, на удобренном – по чизельной и плоскорезной обработке, что соответствует особенностям ростовых процессов и уровню продуктивности посевов подсолнечника.

Учитывая тот факт, что минеральные удобрения вносили весной под предпосевную культивацию, заметной разницы в перераспределении фосфатов по профилю почвы между вспашкой, чизелеванием и плоскорезным рыхлением не обнаружено.

Вместе с тем, уменьшение глубины основной обработки почвы до 10-12 см несколько усиливало дифференциацию пахотного слоя по содержанию  $P_2O_5$ . Например, на контрольных участках (вспашка) относительное процентное распределение  $P_2O_5$  перед посевом подсолнечника в слоях 0-10, 10-20 и 20-30 см (фон  $N_{60}P_{30}K_{30}$ ) имело

соотношение 35:33:32, на варианте дискования – 39:32:29. Указанные изменения нельзя считать положительными, однако в данном случае они не были критическими, так как во все сроки отбора образцов на удобренном и не удобренном фоне показатели содержания фосфатов на дисковой обработке даже в слое 20-30 см находились на уровне повышенной обеспеченности почвы (114-138 мг/кг).

Содержание калия в пахотном слое почвы, в отличие от подвижного фосфора, существенно снижалось по мере его потребления растениями: с 134-160 мг/кг (высокая обеспеченность) перед посевом подсолнечника до 94-112 мг/кг (повышенная обеспеченность) на время сбора урожая. Основная доля  $K_2O$  (72-81%) была использована до цветения растений в период их интенсивного роста и развития.

Относительно влияния отдельных агроприемов на калийный режим чернозема, были выявлены закономерности, типичные для фосфатов, а именно: отсутствие существенной разницы в показателях между вариантами отвальной вспашки, чизелевания и плоскорезного рыхления; снижение количества обменного калия в пахотном слое при мелком дисковании, сравнительно с контролем в допосевной период на 7-10 мг/кг; наличие расхождений по процентному соотношению калия в слоях 0-10, 10-20 и 20-30 см на пахоте (38:34:28) и мелкой дисковой обработке (41:34:25) (весна, фон  $N_{60}P_{30}K_{30}$ ).

Отмечено также устойчивую тенденцию к улучшению на удобренном фоне обеспеченности посевов подвижными соединениями калия в течение всей вегетации подсолнечника и максимальное использование этого элемента при внесении минеральных удобрений с повышенной дозой азота ( $N_{60}P_{30}K_{30}$ ).

Существенное влияние на продуктивность подсолнечника оказывали погодные условия, удобрения и способы обработки почвы. Сравнительно высокая (2,05–3,00 т/га) урожайность семян получена в относительно благоприятных условиях 2011, 2013, 2014 и 2015 гг. благодаря значительным весенним запасам продуктивной влаги в почве, а также осадкам, выпадавшим летом

[12-13]. Следует отметить 2012 год, когда воздушная и почвенная засухи существенно тормозили рост растений, состоящие их во время цветения и образования репродуктивных органов оценивалось как критическое. Вследствие дефицита доступной влаги, высоких температур и низкой относительной влажности воздуха наблюдалось преждевременное засыхание листьев,

формировалось до 25% пустых семян, которые были расположены преимущественно в центральной части корзины. В сочетании с отсутствием агрономически полезных осадков в течение мая – июля это обусловило низкую урожайность подсолнечника – 1,79–2,35 т/га (табл. 3).

Таблица 3

Влияние обработки почвы и удобрений на урожайность подсолнечника, т/га

Обработка почвы (фактор А)	Удобрения (фактор В)	Годы					Среднее
		2011	2012	2013	2014	2015	
Отвальная вспашка (20-22 см)	без удобрений	2,52	2,01	2,61	2,35	2,28	2,35
	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	2,65	2,19	2,82	2,48	2,43	2,51
	N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	2,73	2,32	2,94	2,66	2,57	2,64
Чизелевание (14-16 см)	без удобрений	2,43	1,86	2,45	2,24	2,14	2,22
	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	2,69	2,08	2,87	2,51	2,50	2,53
	N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	2,82	2,23	3,00	2,70	2,62	2,67
Плоскорезное рыхление (12-14 см)	без удобрений	2,46	1,98	2,49	2,30	2,19	2,28
	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	2,71	2,21	2,85	2,53	2,55	2,57
	N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	2,83	2,35	2,97	2,79	2,66	2,72
Дискование (10-12 см)	без удобрений	2,31	1,79	2,37	2,20	2,05	2,14
	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	2,50	2,00	2,64	2,35	2,36	2,37
	N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	2,59	2,14	2,76	2,50	2,42	2,48
НСР <sub>0,05</sub>	фактор А	0,12	0,11	0,17	0,16	0,12	–
	фактор В	0,10	0,10	0,15	0,17	0,11	–
	взаимодействие АВ	0,18	0,18	0,24	0,24	0,25	–

На неудобренном фоне при плоскорезной и чизельной обработке почвы до наступления фазы образования корзинки был отмечен характерный замедленный рост и развитие растений подсолнечника. Это явление объясняется, прежде всего, отличиями топографии размещения пожнивных остатков предшественника (пшеница озимая), разной степенью перемешивания и сепарации почвенной массы, что существенно влияло на качество сева и ход микробиологических процессов. В результате была получена несколько высшая урожайность семян подсолнечника (на 0,07–0,13 т/га) по отальной вспашке сравнительно с мелкой обработкой.

На удобренных делянках опыта состояние посевов на плоскорезной и чизельной обработке почвы приравнивалось к отальной вспашке, поэтому урожайность основной продукции оказалась примерно одинаковой (соответственно 2,53–2,67, 2,57–2,72 и 2,51–2,64 т/га). Длительный период от начала весенне-полевых работ к

севу масличной культуры позволяет выполнить на поле ряд технологических операций, которые обеспечивают измельчение, рыхление и частичное перемешивание почвы. В результате этого на стерневом удобренном агрофоне создаются достаточно благоприятные исходные условия для жизнедеятельности микробных популяций, разложения пожнивных остатков и высвобождения иммобилизованных азотистых соединений в почвенный раствор. Следует отметить, что преимущество чизелевания отслеживали в случаях привлечения более 5 т/га соломы (2011, 2012, 2014, 2015), плоскорезного рыхления – при её объемах до 3,5 т/га (2013 г.).

Внесение весной умеренных доз минеральных удобрений (N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>) на фоне заделки в почву измельченной соломы позволило получить дополнительно по отношению к контрольному варианту (заделка побочной продукции без минеральных

удобрений) в среднем за период исследований 0,16–0,31 т/га семян. Увеличение в составе комплексного удобрения доли азота ( $N_{60}P_{30}K_{30}$ ) обеспечивало прибавку основной продукции в количестве 0,29–0,45 т/га. Самые высокие показатели прироста были зарегистрированы в благоприятных 2013–2014 гг., когда внесённые под предпосевную культивацию минеральные удобрения долгое время находились во влажной почве и эффективно использовались для формирования высокой урожайности подсолнечника.

От применения минеральных удобрений по вспашке получено 0,16–0,29 т/га, при мелких мульчирующих обработках 0,29–0,45 т/га семян подсолнечника. Это явление можно объяснить несколько большей концентрацией корней подсолнечника в верхних удобренных слоях (10–20 см), а также достаточно высокой её увлажнённости в зоне локализации минеральных удобрений при мелких обработках, что в конечном итоге создает лучшие условия для усвоения подвижных соединений макроэлементов на начальных этапах развития растений и может быть аргументом в пользу вариантов чизелевания и плоскорезного рыхления почвы.

Сравнительная экономическая и биоэнергетическая оценка различных агроприёмов показала, что при выращивании подсолнечника после пшеницы озимой с использованием соломы и внесением оптимальной дозы минеральных удобрений ( $N_{60}P_{30}K_{30}$ ) заслуживает внимания чизельная (14–16 см) и плоскорезная (12–14 см) обработка почвы. В результате более экономного по сравнению с отвальной вспашкой расходования средств и энергии в расчете на 1 га площади, себестоимость и энергоёмкость тонны семян соответственно снижалась на 82–96 грн./га (241,1–282,2 руб./га) и 365–379 МДж. Уровень рентабельности здесь повысился на 12–15%, окупаемость производственных расходов выросла с 2,32 грн./га (6,82 руб./га) до 2,44–2,74 грн./га (7,17–8,05 руб./га), а энергетический коэффициент с 3,01 до 3,19–3,20. Экономия топлива при этом достигает 12,3–13,8 л/га.

## Выводы

1. Внесение минеральных удобрений ( $N_{30-60}P_{30}K_{30}$ ) на фоне вовлечения пожнивных остатков предшественника увеличивало количество азота нитратов, подвижных соединений фосфора и калия в пахотном слое по отношению к варианту без удобрения в среднем за вегетацию соответственно на 2,2–3,4; 8–17 и 10–16 мг/кг.

2. Использование пожнивных остатков предшественника приводило к снижению содержания нитратного азота в слое 0–30 см на мульчирующей обработке почвы по сравнению со вспашкой в среднем на 1,0–2,2 мг/кг. При заделке соломы совместно с минеральными удобрениями ( $N_{30-60}P_{30}K_{30}$ ) зарегистрированы положительные изменения азотного режима чернозема во времени на чизельной и плоскорезной обработках, связанные с надлежащим уровнем увлажнения почвы и развитием процессов ремобилизации нитратов. Мелкое дискование приводит к торможению нитрификации вследствие ухудшения агрофизических свойств пахотного слоя и локализации в ограниченной среде большого количества пожнивных остатков.

3. Чизельная и плоскорезная мульчирующие обработки обеспечивают на уровне вспашки накопление запасов подвижного фосфора и обменного калия в слое 0–30 см перед посевом подсолнечника ( $P_2O_5$  – 137–153 мг/кг,  $K_2O$  – 138–157 мг/кг). На дисковании отслеживалась тенденция к снижению содержания этих макроэлементов в пахотном слое по сравнению с контролем (вспашка).

4. Применение отвальной вспашки на неудобренных фонах способствует получению несколько высшего урожая семян подсолнечника (на 0,07–0,13 т/га) сравнительно с мелкой мульчирующей обработкой. Применение минеральных удобрений ( $N_{30-60}P_{30}K_{30}$ ) на мульчирующих обработках (чизельная, плоскорезная) нивелирует преимущество вспашки и способствует формированию практически равноценного урожая семян подсолнечника (соответственно 2,53–2,67, 2,57–2,72 и 2,51–2,64 т/га) за исключением дискования, где урожайность семян снижалась на 0,16–0,21 т/га (6–8,9%) сравнительно с контролем (отвальная вспашка).



## Список литературы

1. Чумак, В.С. Агроекономічна ефективність різних способів основного обробітку ґрунту під соняшник в Степу / В.С. Чумак, О.І. Циліурік, А.Г. Горобець, А.І. Горбатенко, В.І. Чабан, В.Ю. Коваленко, В.С. Рибка, В.М. Судак // Бюлетень Інституту зернового господарства. – 2011. – № 40. – С. 56-59.
2. Ткалич, И. Д. Цветок солнца (основы биологии и агротехники подсолнечника: монография) / И. Д. Ткалич, Ю. И. Ткалич, С. Г. Рычик // под ред. доктора. с.-х. наук, проф. И. Д. Ткалича. – Днепропетровск [б. и.], 2011. – 172 с.
3. Циліурік, О.І. Вплив мінімального обробітку ґрунту та удобрення на урожайність і олійність насіння соняшнику в умовах Північного Степу / О.І. Циліурік, А.І. Горбатенко, В.М. Судак, В.П. Шапка // Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони. – 2015. – №9. – С. 11–15.
4. Циліурік, О.І. Ефективність безпліцевого обробітку ґрунту під соняшник у Північному Степу України / О.І. Циліурік, В.М. Судак // Вісник Львівського національного аграрного університету. – 2014. – №18 (агрономія). – С. 161-167.
5. Пабат, І.А. Ґрунтозахисна система землеробства / І. А. Пабат. – К.: Урожай, 1992. – 160 с.
6. Сайко, В.Ф. Системи обробітку ґрунту в Україні / В.Ф. Сайко, А. М. Малієнко. – К.: ВД “ЕКМО”, 2007. – 44 с.
7. Шикула, Н. К. Минимальная обработка черноземов и воспроизводство их плодородия / Н. К. Шикула, Г. В. Назаренко. – М: Агропромиздат, 1990. – 320 с.
8. Сайко, В. Ф. Наукові основи стійкого землеробства в Україні / В. Ф. Сайко // Вісник аграрної науки. – 2011. – № 1. – С. 5–12.
9. Юринская, В. Ф. Обработка почвы и севооборот как факторы управления биологической активности почвы / В. Ф. Юринская // Современные аспекты контурно-мелиоративного земледелия. – Луганск [б. и.], 1992. – Т. 2. – С. 32–34.
10. Циліурік, О.І. Ефективність мульчувального обробітку ґрунту під соняшник в північному Степу України / О.І. Циліурік, В.М. Судак // Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України. – 2012. – № 2. – С. 82-87.
11. Muller, D. H. Soil and water losses as affected by tillage and manure applications / Muller D. H., Wendt R. C., Daniel T. C. // Soil Science Society of America J. – 1984. – Vol. 48. – P. 896–900.
12. Циліурік, А.І. Влияние мелкой обработки почвы и удобрений на биометрические показатели растений подсолнечника в Северной Степи Украины / А.И. Циліурік, В.Н. Судак // Вестник Прикаспия. – 2016. – №3 (14). – С. 33-39.
13. Циліурік, О.І. Вплив мінімального обробітку ґрунту та удобрення на ріст і розвиток рослин соняшнику в умовах Північного Степу / О.І. Циліурік, В.М. Судак // Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. – 2016. – №1 (39). – С. 25–31.

## Reference

1. Chumak, V.S. Agroekonomichna effektivnist' riznikh sposobiv osnovnogo obrobitku rruntu pid sonyashnik v Stepu / V.S. Chumak, O.I. Tsilyurik, A.G. Gorobets', A.I. Gorbatenko, V.I. Chaban, V.Yu. Kovalenko, V.S. Ribka, V.M. Sudak // Byuleten' Institutu zernovogo gospodarstva. – 2011. – № 40. – S. 56-59.
2. Tkalich, I. D. Tsvetok solntsa (osnovy biologii i agrotekhniki podsolnechnika: monografiya) / I. D. Tkalich, Yu. I. Tkalich, S. G. Rychik // pod red. doktora. s.-kh. nauk, prof. I. D. Tkalicha. – Dnepropetrovsk, 2011. – 172 s.
3. Tsilyurik, O.I. Vpliv minimal'nogo obrobitku rruntu ta udobrennya na urozhainist' i oliinist' nasinnya sonyashniku v umovakh Pivnichnogo Stepu / O.I. Tsilyurik, A.I. Gorbatenko, V.M. Sudak, V.P. Shapka // Byuleten' Institutu sil'skogo gospodarstva stepovoї zoni. – 2015. – №9. – S. 11–15.
4. Tsilyurik, O.I. Effektivnist' bezpolitsevogo obrobitku rruntu pid sonyashnik u Pivnichnomu Stepu Ukraїni / O.I. Tsilyurik, V.M. Sudak // Visnik L'vivs'kogo natsional'nogo agrarnogo universitetu. – 2014. – №18 (agronomiya). – S. 161-167.
5. Pabat, I.A. Gruntozakhisna sistema zemlerobstva / I. A. Pabat. – K.: Urozhai, 1992. – 160 s.
6. Saiko, V.F. Sistemi obrobitku rruntu v Ukraїni / V.F. Saiko, A. M. Malienko. – K.: VD “EKMO”, 2007. – 44 s.
7. Shikula, N. K. Minimal'naya obrabotka chemozemov i vosproizvodstvo ikh plodorodiya / N. K. Shikula, G. V. Nazarenko. – M: Agropromizdat, 1990. – 320 s.
8. Saiko, V. F. Naukovi osnovi stiikogo zemlerobstva v Ukraїni / V. F. Saiko // Visnik agrarnoi nauki. – 2011. – № 1. – S. 5–12.

9. Yurinskaya, V. F. Obrabotka pochvy i sevooborot kak faktory up-ravleniya biologicheskoi aktivnosti pochvy / V. F. Yurinskaya // Sovremennye aspekty konturno-meliorativnogo zemledeliya. – Lugansk, 1992. – Т. 2. – С. 32–34.

10. Tsilyurik, O.I. Efektivnist' mul'chuval'nogo obrobitku rruntu pid sonyashnik v pivnichnomu Stepu Ukraïni / O.I. Tsilyurik, V.M. Sudak // Byulet' Institutu sil's'kogo gospodarstva stepovoi zoni NAAN Ukraïni. – 2012. – № 2. – С. 82–87.

11. Muller, D. H. Soil and water losses as affected by tillage and manure ap-plications / Muller D. H., Wendt R. C., Daniel T. C. // Soil Science Society of America J. 1984. Vol. 48. P. 896–900.

12. Tsilyurik, A.I. Vliyanie melkoi obrabotki pochvy i udobrenii na biometricheskie pokazateli rastenii podsolnechnika v Severnoi Stepi Ukrainy / A.I. Tsilyurik, V.N. Sudak // Vestnik Prikaspiya. – 2016. – №3 (14). – С. 33–39.

13. Tsilyurik, O.I. Vpliv minimal'nogo obrobitku rruntu ta udobrennya na rist i rozvitok roslin sonyashniku v umovakh Pivnichnogo Stepu / O.I. Tsilyurik, V.M. Sudak // Visnik Dnipropetrovs'kogo derzhavnogo agramo-ekonomichnogo universitetu. – 2016. – №1 (39). – P.25–31.

**УДК 631.53.04 : 635.54**

**ГРНТИ 68.35.51**

**Чернышев Н.И., канд. с.-х. наук, профессор,**

**Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет**

**г. Комсомольск-на-Амуре, Хабаровский край, Россия;**

**Аликина Н.С., аспирант,**

**Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства**

**с.Восточное, Хабаровский район, Хабаровский край, Россия**

**E-mail: natalya.alikina.78@mail.ru**

### **ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ ФИЗИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ НА ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН И УРОЖАЙ ТОМАТОВ РАЗЛИЧНОЙ СКОРОСПЕЛОСТИ**

*Физические методы предпосевной обработки семян путем их облучения гамма лучами, ультразвуком, рентгеновскими лучами и другими, как показали исследования, значительно повышают всхожесть и энергию прорастания, а также урожайность сельскохозяйственных культур. В условиях Нижне-Амурской зоны Хабаровского края в 2011-2014 гг. были проведены опыты по влиянию лазерной обработки на качество семян и урожайность томатов различной скороспелости при выращивании в открытом грунте. Семена обрабатывались лазерно-оптическим устройством с длиной волны  $\lambda$  0.645 мкм, при следующих плотности энергии излучения: 2.5; 1.25; 0.625 мВт/см<sup>2</sup>, время экспозиции 0.5; 1.0; 3.0 и 5.0 мин. Опыты проводили на 2-х различных по скороспелости районированных сортах раннеспелом Заря Востока и среднеспелом Амурский Утёс. В результате исследований было установлено, что лазерная обработка при плотности обработки 0.625 мВт/см<sup>2</sup> и экспозиции 1 минута обеспечили прирост энергии прорастания семян сорта Заря Востока до 28%, в меньшей степени при таких параметрах был прирост энергии прорастания у среднеспелого сорта Амурский утёс. При этой экспозиции у этих сортов отмечался также значительный прирост всхожести – до 22-27%. Лазерная обработка семян раннеспелого сорта Заря Востока за годы исследования (2011-2014) обусловила по большинству вариантов значительную прибавку урожая – до 329%. В меньшей степени на обработку реагировал среднеспелый сорт томатов Амурский Утёс – прибавка урожая до 156%, при этом отдельные варианты обработки снизили урожай до 55% от контроля. Таким образом, в условиях Нижнего Амура лазерная обработка семян в значительной мере обеспечивает прирост энергии прорастания, всхожести и урожая томатов.*

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** ТОМАТЫ, ЛАЗЕРНОЕ ОБЛУЧЕНИЕ, ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН, УРОЖАЙ.