

Эпин и эпин-плюс более эффективно влияли на посевные качества семян в концентрации  $10^{-6}$ – $10^{-7}$  %/о.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести: ГОСТ 12038-84. МСК 65.020.20 ОКСТУ 9790. – Введ. 01.07.86. – Москва : Межгосударственный стандарт. Группа С 09.1986. – 29 с.
2. Хрипач, В. А. Перспективы практического применения брассино-стероидов нового класса фитогормонов (Обзор) / В. А. Хрипач, В. И. Жабинский, Ф. А. Лахвич // Сельскохозяйственная биология. – 1995. – № 1. – С. 3–11.

УДК 633.854.78:631.544.72

## ДИНАМИКА ВОДНОГО РЕЖИМА ПОСЕВОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И УДОБРЕНИЙ В СТЕПИ УКРАИНЫ

**Цилюрик А. И.** – д. с.-х. н., профессор

Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет,  
кафедра общего земледелия и почвоведения

Уровень урожайности подсолнечника в значительной степени зависит от резервов почвенной влаги, которая обеспечивает осуществление всех важнейших жизненных процессов, в частности прорастание семян и укоренение проростков, транспирацию, терморегуляцию, а также поступление питательных веществ в растительный организм [1, 2].

Накопление и рациональное использование почвенной влаги наиболее актуально в регионах с недостаточным и неустойчивым увлажнением, где суммарные потери воды на сток и непродуктивное испарение достигают половины годовой нормы осадков. При высокой антропогенной нагрузке водный режим почвы может также ухудшаться вследствие уменьшения ее полевой влагоемкости обусловленной более низкой скважностью и оструктуренностью. В этих условиях весьма важным является накопление запасов влаги в нижней части корнеобитаемого слоя (100–150 см), откуда она постепенно перемещается в восходящем направлении под действием градиентов различной природы [3, 4].

Кроме этого, на протяжении последних десятилетий в технологии выращивания подсолнечника распространения приобретает мелкая мульчирующая обработка почвы, которая исключает применение отвальной вспашки и предусматривает использование побочной продукции предшественников. В связи с противоречивым отношением различных исследователей к тому или иному способу обработки почвы, а также незначительным количеством подобных опытов в Северной

Степи Украины, возникает необходимость в продолжении исследований в данном направлении с целью определения оптимального варианта обработки пашни в технологии выращивания масличной культуры, которая обеспечивает улучшение водного режима, высокую урожайность семян при минимальном количестве производственных затрат и максимальной рентабельности [4, 5].

Эффективность отвальной вспашки (ПО–3–35 на 20–22 см) и мелкой мульчирующей обработки почвы (чизелевание тяжелым чизель-культиватором «Chisel Plow» на 14–16 см, плоскорезное рыхление комбинированным агрегатом КШН–5,6 «Резидент» на 12–14 см, дискование БДТ-3 на 10–12 см) при выращивании подсолнечника после пшеницы озимой изучали в стационарном полевом опыте лаборатории севооборотов и природоохранных систем обработки почвы государственного учреждения Институт сельского хозяйства степной зоны НААН Украины (в нынешнее время Институт зерновых культур НААН Украины) на протяжении 2011–2015 гг. Заделку измельченной соломы предшественника (пшеница озимая) во время обработки почвы проводили на трех фонах минерального питания: 1 – без удобрений + пожнивные остатки предшественника, 2 –  $N_{30}P_{30}K_{30}$  + пожнивные остатки предшественника, 3 –  $N_{60}P_{30}K_{30}$  + пожнивные остатки предшественника. Минеральные удобрения (нитроаммофоска, селитра аммиачная) вносили весной разбросным способом под предпосевную культивацию. Для посева использовали гибрид подсолнечника – Ясон. С целью уничтожения сорняков применяли почвенный гербицид Харнес (2,5 л/га) и выполняли рыхление междурядий в фазу 5–6 листьев.

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный тяжелосуглинистый с содержанием гумуса в слое 0–30 см – 4,2 %, нитратного азота – 13,2, подвижных форм фосфора и калия (по Чирикову) соответственно 145 и 115 мг/кг.

Цель исследований – установить влияние мелкой мульчирующей обработки почвы и внесенных минеральных удобрений при оставлении пожнивных остатков предшественника (пшеница озимая) на динамику запасов продуктивной влаги в посевах подсолнечника его продуктивность и экономическую эффективность в условиях Северной Степи Украины.

Для выращивания подсолнечника неблагоприятным был аномально засушливый 2012 г., когда гидротермический коэффициент в период наибольшего водопотребления растений (июль–август) равнялся – 0,6. Показатель ГТК меньше 0,7 свидетельствует о наличии почвенно-воздушной засухи, которая отрицательно влияет на формирование и налив семян. В остальные годы исследований ГТК не был ниже кри-

тических параметров и составлял: 2011 г. – 0,8, 2013 г. – 0,8, 2014 г. – 0,9, 2015 г. – 0,7.

Накопление продуктивной влаги в осенне-зимний период зависело от гидротермических условий (ветровой и температурный режимы, количество и характер осадков), исходных запасов влаги, агротехнических приемов. Разные способы основной обработки почвы, которые изучались, обусловили, в первую очередь, различную снегомелиоративную эффективность агрофонов. При отвальной вспашке высота снежного покрова была наименьшей и не превышала 10 см. При этом снегонакопление здесь в значительной степени зависело от активности ветра (при повышении ветровой активности наблюдались случаи полного сноса снега, а также мелкозема в посадки и низины), а также температурных условий зимы, когда, например, ледовая корка, которая возникла на поверхности почвы при оттепелях, резко меняла характер ветрового переноса и повышала неравномерность распределения снежных осадков по поверхности поля.

Кроме этого, на поглощение влаги при отвальной вспашке негативно влияло наличие плужной подошвы. Известно, что при достижении фронтом поглощения границы раздела пахотного и подпахотного горизонтов скорость инфильтрации и водопроницаемость почвы резко падает. Даже в дальнейшем, несмотря на способность плужной подошвы к медленному разуплотнению за счет процессов промерзания – оттаивания, набухания – растрескивание, почва в большинстве случаев не достигает оптимальных параметров физического состояния. Проведение вспашки в засушливые и ветреные годы при почти полном обезвоживании пахотного слоя обуславливает значительные потери почвенной влаги и приводит к чрезмерной брылистости поверхности поля.

Примерно такой же (10,6 см) была мощность снежного покрова на дисковой обработке почвы, где стерня находилась в лежащем положении и мало влияла на процессы отложения снега. Принимая во внимание, что оттаивание почвы и поглощение воды в значительной степени зависит от состояния подстилающей поверхности, в частности ее плотности, следует отметить, что повышение последней в горизонте 10–20 см до 1,33 г/см<sup>3</sup>, а также отсутствие стоячей стерни уменьшает накопления влаги в корнеобитаемом слое (0–150 см) в отдельные годы (например, 2012–2013 гг.) по сравнению со вспашкой – на 4,9, другими способами мульчирующей обработки – на 12,3–30,4 мм (табл. 1). Не исключаем мы также вероятность негативного влияния значительного наличия пылеватых фракций (<0,25 мм) в верхнем слое почвы при

применении дисковых борон и образования здесь почвенной корки, которая тормозит инфильтрацию воды.

Таблица 1. Накопление продуктивной влаги в почве на протяжении осенне-зимнего периода в среднем за 2011–2015 гг. (слой почвы 0–150 см)

Обработка почвы	Запасы влаги, мм		Прирост влаги за период, мм	Осадки за период, мм	Усвоение осадков, %
	осенью	весной			
Отвальная вспашка (20–22 см)	48,7	170,3	121,6	277,7	43,8
Чизелевание (14–16 см)	46,5	179,4	132,9	277,7	47,8
Плоскорезное рыхление (12–14 см)	51,0	177,1	126,1	277,7	45,4
Дискование (10–12 см)	54,4	174,6	120,2	277,7	43,3

Снежных осадков по плоскорезной обработке почвы задерживалось на 4,3 см больше, нежели на пахоте. Преимущество плоскорезного рыхления в большей степени проявлялось в условиях, когда после уборки пшеницы оставалось более 5 т/га соломы, а значительная часть пожнивных остатков находилась в полулежащем или стоячем состоянии (2010–2011 гг.). В целом достаточно высокая аккумулятивная способность плоскорезного рыхления почвы в первую очередь обусловлена совокупностью стернового покрова, меньшей площадью испарения поверхности, сохранением «дренажной» системы, сформированной после отмирания корней предшественника, а также наличием значительного количества щелей биологического происхождения.

Во все годы исследований достаточно четко прослеживались преимущества, связанные с особенностями технологического процесса при чизелевании, а именно такие положительные качества как сравнительно высокие показатели скважности, наличие микротрещин и разломов, внутритпочвенная и поверхностная гофрированность агрофона и другие.

При обработке чизель-культиватором сформированный волнистый микрорельеф поверхности поля, а также плотный стерновой экран на гребнях способствовали существенному уменьшению скорости ветра над поверхностью почвы. Вследствие чего снежные осадки концентрировались преимущественно в углублениях и были надежно защищены от выдувания.

Благодаря этому высота снежного покрова здесь, по нашим данным, была сравнительно высокой и составляла – 16,3 см. Все это способствовало уменьшению глубины промерзания грунта на 5,4–8,2 см, ускорению его оттаивания и увеличению аккумуляции воды. В результате интенсивность влагонакопления в осенне-зимний период при

рыхлении чизель-культиватором преобладала варианты отвальной вспашки в среднем на 11,3 мм. Увеличение уровня усвоения осадков холодного периода мы также связываем с полосным разуплотнением почвы в бороздах, что характерно для этого типа обработки.

Исследованиями установлено, что в годы со сравнительно низкими остаточными запасами влаги в почве, при дождливой осени и снежной зиме аккумулировалось 47–56 % атмосферных осадков (или 154–185 мм). При таких условиях отмечено усиленное накопление и усвоение влаги на плоскорезном рыхлении и особенно чизельной обработке зяби, которые превосходили отвальную вспашку на 7,4–25,5 мм или 4,4–13,8 %. В годы с относительно высокими исходными резервами влаги (2011–2012 гг.), накопление ее оказалось значительно меньшим в 2,2–2,7 раза.

Подсолнечнику для формирования высокого урожая семян необходимо глубоко промачивание почвы весной, наличие 165–185 мм продуктивной влаги в корнеобитаемом слое 0–150 см и достаточное (300–400 мм) количество осадков в течение вегетационного периода. По нашим данным в среднем за 2011–2015 гг. на опытных участках запасы доступной растениям влаги в слое 0–150 см составляло 170,3–179,4 мм, при этом содержание ее отличалось зависимо от метеоситуации в осенне-зимний период и исследуемых агроприемов (табл. 2).

Несмотря на принципиальные различия применяемых почвообрабатывающих орудий, и технологических процессов, преобладание мульчирующих обработок по абсолютным величинах наличия весенней влаги в большей степени проявлялись в 2010–2011 гг. В этих условиях при влажной осени, снежной зиме, усиленном ветровом режиме, показатели содержания влаги в почве достигали отметки 183–200 мм (76–83 % от предельной полевой влагоемкости), а различия между вариантами отвальной вспашки, чизелевания, плоскорезного рыхления были в пользу последних обработок и достигали 10,2–17,5 мм.

При недостаточном количестве осадков в осенне-зимний период (2011–2012 гг.), которые выпадали часто в виде дождей 1–5 мм, в почве перед посевом масличной культуры содержалось лишь 130–138 мм продуктивной влаги. Это свидетельствует о том, что при таких условиях роль стерневых агрофонов, как мелиоративного фактора, уменьшается, а разница во влажности почвы при различных способах и глубине основной обработки является несущественной.

В посевах подсолнечника, влажность почвы за время вегетации снижается как за счет физического испарения, так и вследствие транспирационного расхода воды в процессе жизнедеятельности растений. Физическое испарение зависит от многих факторов, а именно от количе-

ства, свойств и равномерности распределения растительных остатков, а также степени проективного покрытия ими поверхности почвы.

Таблица 2. Динамика продуктивной влаги в почве под подсолнечником (среднее за 2011–2015 гг.)

Обработка почвы	Слой почвы, см	Без удобрений			N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>			N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>		
		сев	фаза цветения	полная зрелость семян	сев	фаза цветения	полная зрелость семян	сев	фаза цветения	полная зрелость семян
Отвальная вспашка (20–22 см)	0–50	70,5	16,9	0,8	70,5	11,0	0,5	70,5	11,5	0
	50–100	58,6	5,3	0,9	58,6	7,5	0,2	58,6	4,8	0
	0–100	129,1	22,2	1,7	129,1	18,5	0,7	129,1	16,2	0
	100–150	41,2	6,9	1,8	41,2	8,4	2,2	41,2	8,9	1,8
	0–150	170,3	29,1	3,5	170,3	26,9	2,9	170,3	25,1	1,8
Чизелевание (14–16 см)	0–50	70,1	15,9	1,8	70,1	11,9	1,0	70,1	14,3	0,2
	50–100	62,6	11,6	2,2	62,6	8,0	2,3	62,6	6,7	1,5
	0–100	132,7	27,5	4,0	132,7	19,9	3,3	132,7	21,0	1,7
	100–150	46,7	14,0	11,9	46,7	11,3	2,1	46,7	9,1	2,0
	0–150	179,4	41,5	15,9	179,4	31,2	5,4	179,4	30,1	3,7
Плоскорезное рыхление (12–14 см)	0–50	72,7	18,9	1,9	72,6	14,7	0,5	72,6	9,4	1,4
	50–100	58,6	8,4	2,6	58,6	5,7	1,2	58,6	5,5	0,4
	0–100	131,3	27,3	4,5	131,3	20,4	1,7	131,2	14,9	1,8
	100–150	45,8	11,2	10,7	45,8	11,7	2,0	45,8	11,6	0,4
	0–150	177,1	38,5	15,2	177,0	32,1	3,7	177,0	26,5	2,2
Дисковое (10–12 см)	0–50	70,2	20,2	2,5	70,2	19,4	1,9	70,2	23,4	1,4
	50–100	61,4	15,5	4,5	61,4	9,3	1,5	61,4	9,3	2,8
	0–100	131,6	35,7	7,0	131,6	28,7	3,4	131,6	32,7	4,2
	100–150	43,1	19,2	16,0	43,1	15,7	12,1	43,1	11,1	9,9
	0–150	174,7	54,9	23,0	174,7	44,4	15,5	174,7	43,8	14,1

Положительное влияние мульчирования на противодействие потери почвенной влаги состоит, главным образом, в ускорении темпов инфильтрации атмосферных осадков в почву, затенением ее и уменьшением непродуктивного испарения в жаркую погоду, а также торможением диффузии и конвекции водных паров. Особенно важно приостановить эти негативные процессы в начале вегетации растений подсолнечника до смыкания рядков.

Во время цветения подсолнечника в полутораметровом слое почвы по вспашке оставалось (в зависимости от фона удобрений) 25–29 мм, а на мульчирующих обработках 27–55 мм продуктивной влаги. Самая большая разница в показателях между указанными обработками отмечена в благоприятные по увлажнению годы (2011, 2013, 2014 гг.), когда за период от посева до цветения выпало 150,1 мм осадков (29,3 нормы). В засушливом 2012 г., который характеризовался недо-

бором осадков в первую половину вегетации и воздушной засухой, защитная роль растительного экранирования оказалась слабеет.

Уменьшению непродуктивного испарения на мульчирующей обработке, способствовала также уплотненность подсеменной прослойки почвы (10–30 см) и улучшение ее структурного состояния по сравнению с почвой на зяблевой вспашке. Многими учеными доказано, что увеличение объемной массы черноземов тормозит скорость подъема воды за счет ее трения со стенками капилляров малого диаметра, а структурный грунт соответственно теряет меньше влаги, чем бесструктурный.

Подсолнечник довольно требователен к обеспечению влагой, однако потребность в ней по периодам развития различна. К началу фазы образования соцветий он использует около 20 % общего количества воды преимущественно из слоя 0–50 см. Критической для растений подсолнечника считается фаза образования корзинки и цветения, во время которых потребляется до 60 % резервов доступной влаги. Благодаря своим биологическим особенностям подсолнечник способен использовать влагу с глубины до 3 метров, при этом полностью высушивая полутораметровый слой почвы.

В благоприятные для формирования высокой продуктивности подсолнечника годы (2011, 2013, 2014) из почвы за период вегетации растениями было использовано соответственно 1543–1938, 1968–2072 и 1642–1990 м<sup>3</sup>/га продуктивной влаги, а в острозасушливом 2012 г. лишь 1264–1378 м<sup>3</sup>/га. Отличительным признаком при этом следует считать более равномерное распределение расходов воды по межфазных периодах при выпадении достаточного количества атмосферных осадков. Если в 2011 г. от посева до цветения расходная часть почвенной влаги растениями подсолнечника составляла 51,2–71,4 %, то в 2012 г. она достигала 95,9–100 %.

Относительно динамики послойного расходования воды можно констатировать, что в среднем за годы исследований в период от посева до цветения при вспашке из слоя 0–100 см было использовано 75,7–77,8 % от общего количества почвенной влаги, а по мульчирующих обработках этот показатель равнялся 74,8–80,1 %, то есть больших различий по вариантах опыта не наблюдалось. Как некоторую закономерность следует отметить увеличение доли использования влаги с нижних горизонтов (100–150 см) во вторую половину вегетации растений подсолнечника (цветение–созревание) на чизельной и плоскорезной обработках удобренных участков (26,9–46,1 %), и на 4,0–30,8 % при отвальной вспашке и дисковании. Доля использованной воды из

верхних слоев почвы (0–50 см), естественно, уменьшалось во влажные, и возрастала в засушливые годы.

За время от посева до наступления полной спелости семян растений подсолнечника они почти полностью использовали имеющиеся запасы почвенной влаги, особенно на фонах внесенных удобрений. Это объясняется, прежде всего, биологическими особенностями подсолнечника (мощная корневая система, значительная листовая поверхность, длительный вегетационный период) и сложными гидротермическими условиями (засухи весной и летом), что приводит к непродуктивному испарению воды. Показатели количества использованной воды из почвы за вегетацию в большинстве случаев менялись в соответствии с уровнем продуктивности посевов масличной культуры: максимальными (1734–1757 м<sup>3</sup>/га) они были на удобренных вариантах чизелевания и плоскорезного рыхления, а минимальными (1197 м<sup>3</sup>/га) – на участках дискования без использования минеральных удобрений (табл. 3).

Таблица 3. Расход продуктивной влаги из почвы в посевах подсолнечника, м<sup>3</sup>/га (среднее за 2011–2015 гг.)

Обработка почвы	Слой почвы	Посев – цветение			Цветение – полная спелость семян			Посев – полная спелость семян		
		без удобрений	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	без удобрений	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	без удобрений	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>
Отвальная вспашка (20–22 см)	0–50	536	595	590	161	105	115	697	700	705
	50–100	533	511	539	46,0	73,0	47,0	579	584	586
	0–100	1069	1106	1129	207	178	162	1276	1284	1291
	100–150	343	328	322	49,0	62,0	72,0	392	389	394
Чизелевание (14–16 см)	0–150	1412	1434	1451	256	240	234	1668	1673	1685
	0–50	542	582	558	141	109	141	683	691	699
	50–100	510	546	559	94,0	57,0	52,0	604	603	626
	0–100	1052	1128	1117	235	166	193	1287	1294	1325
	100–150	326	356	376	21,0	92,0	71,0	347	448	432
Плоскорезное рыхление (12–14 см)	0–150	1378	1484	1493	256	258	264	1634	1742	1757
	0–50	538	579	632	170	142	80,0	708	721	712
	50–100	502	530	531	58,0	45,0	51,0	560	575	582
	0–100	1040	1109	1163	228	187	131	1268	1296	1294
	100–150	346	340	343	5,0	98,0	112	350	438	455
Дискование (10–12 см)	0–150	1386	1449	1506	233	285	243	1618	1734	1749
	0–50	500	508	468	177	175	220	677	683	688
	50–100	459	521	521	110	78,0	65,0	569	599	586
	0–100	959	1029	989	287	253	285	1246	1282	1274
	100–150	238	275	319	22,0	36,0	12,0	270	308	331
	0–150	1197	1304	1308	309	289	297	1516	1590	1605

Эффективность использования влаги посевами масличной культуры характеризуется коэффициентом водопотребления, который вычисляется как соотношение суммарных расходов воды (почвенные запасы + атмосферные осадки) за время вегетации до сухой массы его урожая. Следует отметить, что преимущество лучших вариантов мульчирующей обработки относительно вспашки на удобренном фоне проявлялось как по урожайности основной продукции, так и побочной, особенно в 2013 г., когда создавались благоприятные стартовые условия для стремительного роста вегетативных органов на участках без оборота пласта.

Поэтому, несмотря на большие суммарные расходы влаги на чизельной обработке и плоскорезном рыхлении, коэффициент водопотребления здесь в среднем за годы исследований при внесении минеральных удобрений имел тенденцию к снижению (444–468 м<sup>3</sup>/га против 456–475 м<sup>3</sup>/га на вспашке).

Применение указанных способов мульчирующей обработки почвы на неудобренном фоне, а также дисковании на всех без исключения фонах обуславливало рост водопотребления относительно контроля, объясняется это меньшей продуктивностью растений. Внесение минеральных удобрений, особенно с повышенным содержанием азота (N<sub>60</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>) способствовало более экономному расходованию воды на создание единицы сухого вещества.

Более интенсивный сезонный круговорот воды на фоне чизелевания и плоскорезного рыхления почвы (большее использование воды растениями подсолнечника в период вегетации и почти полная компенсация в холодное время года) рассматривается как положительный фактор, который в значительной мере активизирует циркуляцию веществ в агроценозе.

Существенное влияние на продуктивность подсолнечника оказывали погодные условия, удобрения и способы обработки почвы. Сравнительно высокую (2,05–3,00 т/га) урожайность семян получено в относительно благоприятных условиях 2011, 2013, 2014 и 2015 гг. благодаря значительным весенним запасам продуктивной влаги в почве, а также осадкам выпадавшим летом. Следует отметить 2012 г., когда воздушная и почвенная засухи существенно тормозили рост растений, состояние 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 корзинки. В сочетании с отсутствием агрономиче-

ски полезных осадков в течение мая – июля это обусловило низкую урожайность подсолнечника – 1,79–2,35 т/га (табл. 4).

Таблица 4. 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 не удобренном 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, отличием 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 отвальной вспашке сравнительно с мелкой обработкой.

На удобренных делянках опыта состояние посевов на плоскорезной и чизельной обработке почвы приравнялось к отвальной 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 чего на стерневом удобренном агрофоне создаются достаточно благоприятные исходные условия для жизнедеятельности микробных популяций, разложению пожнивных остат-

ков и высвобождению иммобилизованных азотистых соединений в почвенный раствор. Следует отметить, что преимущество чизелевания отслеживали в случаях привлечения более 5 т/га соломы (2011, 2012, 2014, 2015 гг.), плоскорезного рыхления – при ее объемах до 3,5 т/га (2013 г.).

Внесение весной умеренных доз минеральных удобрений ( $N_{30}P_{30}K_{30}$ ) 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 внесенные 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, по 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 ее увлажненностью 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 агроприемов 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 энергоемкость 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.

На основании проведенных исследований следует сделать следующие выводы:

1. На фоне оставления всех пожнивных остатков предшественника, применение чизельной и плоскорезной мульчирующих обработок поч-

вы способствовало, по сравнению со вспашкой, дополнительному (45–113 м<sup>3</sup>/га) накоплению продуктивной влаги в слое 0–150 см, повышению уровня усвоения осадков осенне-зимнего периода до 45,4–47,8%, более экономному расходованию воды на создание единицы сухого вещества урожая подсолнечника.

2. Применение мелкой мульчирующей обработки почвы под подсолнечник дает возможность улучшить экономические показатели производства семян масличной культуры, а именно повысить уровень рентабельности производства на 12–15 % и окупаемость одной гривны производственных расходов с 2,32 грн./га до 2,44–2,74 грн./га, увеличить энергетический коэффициент с 3,01 до 3,19–3,20, а также сэкономить 12,3–13,8 л/га горючего.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Пабат, І. А. Грунтозахисна система землеробства / І. А. Пабат. – Киев : Урожай, 1992. – 160 с.
2. Сайко, В. Ф. Системи обробітку ґрунту в Україні / В. Ф. Сайко, А. М. Малієнко. – Киев : ВД «ЕКМО», 2007. – 44 с.
3. Ткалич, І. Д. Цветок солнца (основы биологии и агротехники под-солнечника) / І. Д. Ткалич, Ю. І. Ткалич, С. Г. Рычик. – Днепропетровск, 2011. – 172 с.
4. Цилюрик, О. І. Вплив мінімального обробітку ґрунту та удобрення на урожайність і олійність насіння соняшнику в умовах Північного Степу / О. І. Цилюрик, А. І. Горбатенко, В. М. Судак, В. П. Шапка // Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони. – 2015. – № 9. – С. 11–15.
5. Цилюрик, О. І. Ефективність безпліцевого обробітку ґрунту під соняшник у Північному Степу України / О. І. Цилюрик, В. М. Судак // Вісник Львівського національного аграрного університету. – 2014. – № 18 (агрономія). – С. 161–167.

УДК 633.63:632.954

### ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРБИЦИДОВ НА САХАРНОЙ СВЕКЛЕ

**Чижик Д. Л.** – студент; **Мастеров А. С.** – к. с.-х. н., доцент  
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,  
кафедра земледелия

Одним из многочисленных негативных факторов, влияющих на рост и развитие сельскохозяйственных культур, являются сорные растения. Особенно чувствительна к их присутствию сахарная свекла. По своим морфологическим и биологическим особенностям она не может конкурировать с сорняками в первые 4–6 недель вегетации, т. е. от момента всходов до смыкания листьев в междурядьях. Отсутствие мер борьбы или недостаточно эффективная борьба с сорняками в этот период приводит к потерям 25–50 % урожая [1].