

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПОД ПОДСОЛНЕЧНИК НА ТЕМНО-КАШТАНОВОЙ ПОЧВЕ

А. А. Астахов, Г. В. Седанов

В настоящее время в ходе совершенствования системы обработки почвы как одной из главных и самых затратных статей системы земледелия необходимо улучшать традиционные и внедрять нетрадиционные, новые приемы обработки, к которым можно отнести чизельную и шелевую.

Основная обработка почвы создает благоприятные условия для роста и развития растений, что повышает урожайность сельскохозяйственных культур. Приемами основной обработки почвы регулируется водный, пищевой и воздушный ее режимы, определяется степень активности микробиологических процессов, создается мощный пахотный горизонт.

Одно из направлений увеличения производства семян подсолнечника — повышение эффективности систем обработки почвы на основе максимальной адаптации их к почвенно-климатическим условиям в соответствии с биологическими особенностями культуры.

В зоне Армавирского ветрового коридора плоскорезная обработка в среднем за 1972—1974 гг. оказалась на 0,07 т/га урожайнее отвальной вспашки (2,31 т/га). Стерня в летний период снижала температуру почвы в дневное время на 0,5...1,2°, а в вечернее — на 0,8...1,6° в слое 330 см¹.

По данным длительных стационарных опытов в НИИСХ ЦЧП им. В. В. Докучаева, урожайность подсолнечника на удобренном и неудобренном фонах при вспашке на глубину 20...32 см была практически одинаковой. При увеличении глубины вспашки до 35...37 см она снизилась на 0,1 т/га. В вариантах рыхления урожайность снизилась при внесении удобрений и без них. Сочетание разноглубинных обработок почвы в десятипольном севообороте снижало урожайность семян подсолнечника².

Д. Е. Васильев³ отмечает, что частое проведение вспашки в севообороте не ведёт к существенному снижению засорённости пропашных культур. Здесь нужен комплексный подход, система мер по очистке от запасов сорняков в почве, и поверхностная плоскорезная обработка как приём, повышающий всхожесть семян, особенно однолетников, может стать основой такой системы.

В условиях Среднего Заволжья, по мнению В. А. Корчагина⁴, А. И. Чуданова, В. П. Васильева⁵, под пропашные культуры более целесообразно (на землях, не подверженных ветровой эрозии)

проводить вспашку. Посевы кукурузы и подсолнечника оказываются более засорёнными по плоскорезной обработке, чем по вспашке. Снижаются по такой обработке и их урожай, особенно в увлажнённые годы.

Многие исследователи при изучении основных способов обработки почвы столкнулись с резкой дифференциацией пахотного горизонта почв по основным элементам плодородия, содержанию питательных веществ, гумуса, микроорганизмов при длительной безотвальной обработке почв, связанной как с отсутствием оборачивания пласта, так и с концентрацией удобрений в верхней части пахотного слоя, где особенно концентрируется фосфор и накапливаются растительные остатки⁶.

При этом С. С. Сдобников⁷ подчеркивает, что установленная закономерность по дифференциации пахотного слоя — это не зональная особенность, а общебиологическая закономерность.

В числе отрицательных сторон основной обработки почвы без оборота пласта многие исследователи отмечают слабую эффективность в борьбе с засорённостью посевов⁸.

Д. Е. Ванин и др.⁹, обобщив данные 94 научных учреждений страны по изучению влияния способов основной обработки почвы на урожайность и засорённость посевов, пришли к выводу, что главным фактором снижения урожайности при почвозащитных обработках является увеличение засорённости посевов.

Поверхностные плоскорезные обработки почвы способствуют повышению всхожести семян сорняков, особенно однолетников, — это главная особенность и отличие их от плужной вспашки. При правильном использовании этой особенности можно достичь более эффективной очистки поля от сорняков, а в противном случае получить прогрессирующее увеличение засорённости посевов¹⁰.

По сообщению Н. Г. Николаевой, С. С. Ладан¹¹, в условиях Молдавии переход к минимальной (плоскорезной) обработке привёл к возвращению корнеотпрысковых сорняков на поля и их укреплению.

Для предотвращения повышения засорённости почвы при обработке без оборота пласта Н. К. Шидула, Г. В. Назаренко¹² предложили систему мероприятий, которая заключается в применении полупаровой обработки в 5 полях 10-польного севооборота.

Плоскорезная обработка оказывает существенное влияние на агрофизические свойства почвы. Причём данные об этом также весьма противоречивы. Если одни исследователи (Мироненко Ф. А.¹³, Шикула Н. К., Назаренко Г. В.¹², Асыка Н. Р., Смуров С. И.¹⁴) не наблюдали отрицательного влияния плоскорезной обработки на агрофизические свойства почвы, то другие (Витер А. Ф.¹⁵, Иодко Л. Н. и др.¹⁶, Воронин Б. Н. и др.¹⁷), наоборот, обнаружили отрицательное влияние (увеличивалась плотность сложения, твёрдость пахотного слоя, уменьшалась скважность, ухудшалась водопроницаемость и т. д.).

Плоскорезная обработка оказывает разное влияние на водный режим почвы. Если в одних опытах (Витер А. Ф.¹⁸, Андрюхов В. Г.¹⁹, Коновалова В. В.²⁰) отсутствовало положительное влияние плоскорезной обработки на водный режим сельскохозяйственных культур, то в других плоскорезная обработка увеличивала запасы продуктивной влаги в метровом (или 1,5-метровом) слое почвы²¹.

В. В. Коновалова²⁰ в пятилетних опытах установила, что способы основной обработки почвы и их чередование в севообороте оказали незначительное влияние на накопление и сбережение влаги. Аналогичного мнения придерживаются и другие авторы²².

Многие исследователи (Сухов А. Н.²³, Вронских М. Д.²⁴, Титов А. Х.²⁵, Шикула Н. К.²⁶, Шулмейстер К. Г.²⁷, Сафьянов С. П., Рязанова Г. И.²⁸) указывают, что в связи с отсутствием оборачивания пласта при плоскорезной обработке ухудшается фитосанитарное состояние почвы.

Среди токсичных для растений соединений, которые обнаруживаются в холодной водной и спиртовой вытяжках из соломы и корней злаковых растений, наиболее распространёнными являются фенольные.

Фенолы, особенно в окислённой форме, являются токсичными не только для растений, но и для многих микроорганизмов²⁹. Установлено, что источником накопления фенольных соединений являются разлагающиеся послеуборочные остатки.

Одной из причин сильного ингибирования роста молодых растений при наличии большого количества послеуборочных остатков может быть интенсивная иммобилизация азота почвы³⁰ за счёт более высокой биологической активности почвы³¹.

Увеличение засорённости посевов приводит к увеличению затрат на борьбу с сорняками, а также возрастает потенциальная засорённость почвы³².

Способ обработки существенно влияет на накопление нитратов в почве: весной их содержание меньше на участках с плоскорезной обработкой. Количество фосфатов в слое 0...30 см было

равным при всех приёмах обработки, но при плоскорезной обработке фосфаты распределяются по глубине неравномерно, накапливаясь в верхнем (0...10 см) слое почвы. Такое распределение фосфатов ведёт к нарушению оптимального соотношения азота и фосфора. В засушливые годы, вследствие иссушения верхнего слоя пашни, фосфаты не полностью используются растениями³³.

При культивации или бороновании почвы от 50 до 90% внесённых разбросным способом удобрений остаётся в поверхностном 3...4 см слое. Первым и необходимым условием продуктивного их использования является наличие влаги в почве. В весенний период верхний слой быстро иссушается и все удобрения, внесённые в него, оказываются недоступными растениям³⁴.

При поверхностном внесении минеральных и органических удобрений увеличивается опасность смыва не только органической массы и элементов питания³⁵, но и тех вредных веществ, которые в них находятся³⁶.

Отсутствие в отдельных случаях эффекта от плоскорезной обработки почвы можно объяснить питательным режимом почвы, складывающимся по-иному, чем при отвальной вспашке. Возникающая под влиянием корневой системы растений дифференциация элементов питания с уменьшением их количества сверху вниз ликвидируется при отвальной обработке и сохраняется при плоскорезной.

Отвальная обработка обеспечивает не только гомогенность пахотного слоя по строению и распределению питательных веществ, но и, активизируя биологические и химические процессы в хорошо аэрируемой почве, способствует их накоплению за счёт разрушения определённой части гумуса и негумифицированных органических остатков растений, микроорганизмов и животных. При плоскорезной же обработке органические остатки, находящиеся в поверхностном слое, разлагаются не так интенсивно, как при вспашке. Процессы нитрификации в уплотнённой почве протекают медленно. К тому же наличие большого количества неразложившейся растительной массы может вызвать бурное размножение микроорганизмов, поглощающих легко доступные формы азота. В связи с этим плоскорезная обработка почвы приводит к ухудшению азотного режима почвы, что требует дополнительного внесения азотных удобрений. Изменения запасов подвижного фосфора и обменного калия в почве, как правило, незначительны³⁷.

По мнению Л. И. Фесенко³⁸, в Донецкой области в борьбе с корнеотпрысковыми сорняками важную роль играет глубина вспашки: увеличение ее с 20...22 до 25...27 см повышает урожайность подсолнечника на 0,12...0,15 т/га, а до 30...35 см — на 0,24...0,38 т/га.

Н. И. Афанасьев³⁹ отмечает, что чем ниже плодородие почвы, тем меньше эффективность глубокого рыхления. Это, по-видимому, можно объяснить тем, что в слабокультуренных почвах урожай лимитируют главным образом удобрения, а в высококультуренных — значение удобрений исчерпано и плодородие зависит от физических условий роста растений.

В опытах В. А. Капиноса и др.⁴⁰ отмечается тенденция к увеличению потенциальной способности к агрегатированию пахотных горизонтов почв, подвергавшихся глубокой обработке.

Если влияние органического вещества на увеличение агрегатированности почв хорошо известно, то причины различного влияния способов обработки почв на потенциальную способность их к агрегатированию в настоящее время менее изучены. По мнению В. В. Медведева⁴¹, это может быть связано с большим содержанием в почве микроагрегатов > 0,01.

Одним из очень важных свойств плодородной почвы является ее однородность, гомогенность по плодородию всей толщи пахотного слоя. Только в том случае, если он однороден по содержанию питательных веществ и воды, корни растений равномерно развиваются как в верхней его части, так и в глубже лежащих слоях⁴².

Плодородие почвы при глубокой вспашке улучшается под воздействием на вывернутые нижние слои пахотного и подпахотного горизонтов атмосферных осадков. Под влиянием попеременного высушивания и увлажнения выпадающими осадками высвобождаются физически поглощенные молекулы соединений фосфорной кислоты, возрастает количество полезных бактерий. Под влиянием этих факторов улучшается пищевая режим почвы⁴³.

Названные процессы обуславливают положительное значение ранней зяблевой обработки во всех засушливых районах страны⁴⁴.

Качество обработки почвы. Проведенными исследованиями установлено, что крошение, вспушенность и размещение растительных остатков при различных способах и глубине основной обработки почвы существенно изменяются и зависят как от влажности в момент обработки, так от способа и глубины обработки.

Более вспушенный, наименее глыбистый и гомогенный слой создается при вспашке на глубину 0,20...0,22 и 0,25...0,27 м. Рыхление почвы без оборота пласта, а также увеличение глубины рыхления приводят к повышению глыбистости и уменьшению вспушенности обрабатываемого слоя. Если при вспашке на глубину 0,25...0,27 м в среднем за три года крошение почвы составляет 68,7%, а коэффициент вспушенности — 58,9%, то при безотвальном рыхлении плоскорезом на ту же глубину крошение было наименьшим — 59,1, при рыхлении стойкой СибИМЭ — 69,5,

при рыхлении чизелем — 69,4, а щелерезом 0—71,9% (табл. 1).

Таблица 1
Качество обработки почвы в зависимости от приемов и глубины основной обработки почвы, среднее за 1989—1991 гг.

Основная обработка почвы	Крошение, %	Вспушенность, %	Степень сохранения стерни, %
Улучшенная зябь на 0,20...0,22 м	72,0	49,1	5,1
Полупаровая обработка на 0,20...0,22 м	75,2	42,0	0
Полупаровая обработка на 0,25...0,27 м	70,6	45,2	0
Улучшенная зябь на 0,25...0,27 м	68,7	53,9	3,4
Рыхление стойкой СибИМЭ на 0,25...0,27 м	69,5	31,7	70,5
Плоскорезная обработка на 0,25...0,27 м	59,1	25,8	72,9
Щелевое рыхление на 0,25...0,27 м	71,9	33,6	77,6
Чизельная обработка на 0,25...0,27 м	69,4	28,4	65,7
Чизельная обработка на 0,35...0,40 м	60,7	22,5	58,1
Плоскорезная обработка на 0,20...0,22 м + чизельное рыхление на 0,35...0,40 м (с междуследием 0,90 м)	66,4	27,2	62,3
Плоскорезная обработка на 0,20...0,22 м + щелевое рыхление на 0,35...0,40 м (с междуследием 0,90 м)	64,8	29,0	64,5
Щелевое рыхление на 0,35...0,40 м	70,2	30,3	75,4

После прохода плоскореза обработанный слой почвы состоит в основном из глыб, которые вперемишку с рыхлой почвой лежат на выровненном и уплотненном ложе и представляют собой плохо проницаемую для влаги почву. Дополнительное щелевое рыхление плоскорезной обработки взламывает уплотненную подошву и за счет вертикального рыхления дополнительно рыхлит слой почвы, обработанной плоскорезом.

Щелевым способом принято называть обработку почвы орудием, у которого рабочие стойки (без лап) располагаются друг от друга на расстоянии, обеспечивающем рыхление междельных пространств за счет горизонтальных изломов и сдвигов почвы в вертикальном и горизонтальном направлении, что отличает этот способ от обработки щелеванием.

Увеличение глубины чизельной и щелевой обработки на глубину до 0,35...0,40 м приводит к ухудшению крошения почвы соответственно на 8,7 и 1,7%, а вспушенность соответственно снижается на 5,9 и 3,3%. При этом чизельная об-

работка по крошению пласта была выше вспашки (улучшенная зябь) на 0,7%, а щелевое рыхление — на 3,2% при проведении их на одинаковую глубину. По коэффициенту вспушенности они соответственно уступают вспашке на 25,5 и 20,3%.

Самые низкие показатели крошения почвы отмечены на послойной обработке: плоскорезная обработка на 0,20...0,22 м + чизельное рыхление на 0,35...0,40 м — 66,4%, а на плоскорезной обработке на 0,20...0,22 м + щелевое рыхление на 0,25...0,40 м — 64,8%, но они соответственно были на 7,3 и 5,7% выше, чем на плоскорезной обработке, на 0,25...0,27 м, а коэффициент вспушенности соответственно — на 1,4 и 3,2%.

Изучение влияния различных способов и глубины основной обработки почвы на степень сохранения стерни показало, что на полупаровой обработке почвы она отсутствует, а на улучшенной зяби сохраняется в пределах 3,4...5,1%.

В то же время на безотвальных обработках, проводимых на 0,25...0,27 м, наибольшее количество стерни сохраняется при щелевом рыхлении — 77,6% и на плоскорезной обработке — 72,9%, а наименьшее — при чизельной обработке — 65,7% и рыхлении стойкой СИБИМЭ — 70,5%.

Увеличение глубины основной обработки почвы при чизельной обработке снижает сохранность стерни на 7,6%, а при щелевом рыхлении только на 2,2%, что отчасти происходило из-за снижения удельного соприкосновения колес с почвой.

На послойной обработке почвы (плоскорезная на 0,20...0,22 м + рыхление на 0,35...0,40 см) степень сохранности была наименьшей из безотвальных обработок — 62,3...64,5% и по этому показателю превосходила только чизельную обработку на 0,35...0,40 м.

Влажность почвы. Для условий Нижнего Поволжья и других зон с недостаточным количеством осадков в период вегетации сельскохозяйственных культур, в том числе и подсолнечника, количество влаги в почве до посева является наиболее важным, а иногда и решающим фактором, определяющим урожай и его качество.

В условиях Центрально-Черноземной зоны от всходов до образования корзинки (32...36 дней) подсолнечник расходует 45,0...81,0 мм влаги, или 13...22% от общего расхода влаги за период вегетации (352,9...376,0 мм). Количество выпавших атмосферных осадков в течение вегетационного периода составляет 321,0...285,0 мм.

С образованием корзинки расход влаги резко возрастает. За период образования корзинки — цветение (34...36 дней) подсолнечник поглощает 96,0...146,0 мм влаги, или 27,0...45,0% от общего расхода в течение вегетации. Оставшаяся

часть влаги (38...60%) он потребляет в период цветения — полная спелость⁴⁵.

В Одесской области в первый период вегетации (к началу цветения) из слоя 0...1,50 м растения подсолнечника использовали 74,5...81,2% общего количества влаги, а из слоя 1,50...3,00 м — 44,5...47,7%. В целом суммарный расход ее за вегетацию в первом случае составил 343,5...359,6 мм, во втором — 439...460,5 мм, из которых на осадки пришлось соответственно 62,5...65,5 и 48,8...51% (Дмитренко В. К., 1984).

Влажность почвы оказывает большое влияние на использование элементов минерального питания подсолнечником, что отмечалось еще в ранних исследованиях А. В. Отыганняева (1925). Ими было показано, что при повышенной влажности почвы все удобрения — азотные, фосфорные и калийные — используются подсолнечником более продуктивно, чем при пониженной.

В опытах ряда исследователей глубокая вспашка зяби под подсолнечник по сравнению с обычной не имела преимуществ в накоплении почвенной влаги, особенно при недостаточном количестве осадков в осенне-зимний период. Так, на Кировоградской с.-х. опытной станции при вспашке на 20, 30 и 40 см запасы продуктивной влаги в почве были в пределах 218...220 мм, а урожайность подсолнечника составляла 20,0...20,7 ц/га. По шестилетним данным Крымского СХИ, при вспашке на 20 и 30 см накопилось равное количество влаги, а урожайность подсолнечника составила 19,6 и 18,6 ц/га⁴⁶.

В условиях южных и юго-восточных районов Центрального Черноземья способы основной подготовки почвы (вспашка и плоскорезная обработка) на равную глубину существенно не влияли на накопление влаги. Но расход влаги в течение вегетации подсолнечника по плоскорезной основной обработке был меньшим: в среднем за 1982...1984 гг. под посевами подсолнечника суммарное водопотребление по вспашке составило 340,2 мм, по плоскорезной обработке 321,8 мм, а коэффициент водопотребления соответственно 147 и 44 м³/ц⁴⁷.

По данным Ставропольского СХИ, при подготовке почвы под кукурузу на силос и подсолнечник глубина вспашки не имела заметного преимущества. При мелкой плоскорезной обработке почвы произошло небольшое снижение урожайности этих культур. В засушливую осень на полях с мелкой обработкой влаги накапливается больше, но весной и летом она быстрее тратится⁴⁸.

В опытах ВНИИМК при плоскорезной обработке на каждом гектаре сохранялось от выдувания 44...105 т почвы в год⁴⁹.

На территории Краснодарского края, где применялась почвозащитная технология, зимой накапливалось больше снега, весной осадки мень-

ше испарялись, поэтому запасы продуктивной влаги в метровом слое к началу сева были на 15...20 мм больше, чем по вспашке⁵⁰.

По данным Украинской сельскохозяйственной академии, при различных системах обработки почвы влага растениями подсолнечника использовалась по-разному. Общий расход влаги из слоя 0...180 см был больше по вспашке (2218 т при 2166 т/га по бесплужной обработке). Установлено также, что во II варианте опыта из верхнего слоя (0...30 см) влаги расходовалось 1374 т/га, или в 1,5 раза больше, а из нижнего (30...180 см) — 742 т/га, или в 1,7 раза меньше, чем в I варианте⁵¹.

Исследования Измаильской опытной станции ВНИИ кукурузы за 1978...1983 гг. показали, что способы обработки почвы существенно не влияли на запасы влаги в ней. Так, ко времени посева подсолнечника количество влаги в полутораметровом слое почвы после вспашки составило 163 мм, после плоскорезной обработки — 159,4 мм. К началу цветения продуктивной влаги в этом горизонте содержалось соответственно 55,1 и 59,5 мм, а ко времени полной спелости семян — 26,3 и 29,4 мм (Дмитренко В. К., 1984).

В условиях Казахстана в среднем за 1986...1988 гг. весенние запасы влаги при мелкой плоскорезной обработке на 10...12 см составили 104,9 мм, при мелкой плоскорезной обработке с щелеванием на 35...37 см — 128,3, плоскорезной обработке на 25...27 см — 130,7 и при чизельном рыхлении на 25...27 см — 135,1 мм⁵².

Величину урожаев в богарном земледелии определяют, прежде всего, осадки осенне-зимнего и весеннего периодов. Они формируют почвенные запасы влаги.

Изучение влияния различных способов и глубины основной обработки на водный режим в осенне-зимне-весенний период показало, что на темно-каштановой почве наибольшее количество влаги к посеву подсолнечника накапливается в полутораметровом слое при чизельной обработке на 0,25...0,27 м — 370 мм и на улучшенной зяби и полупаровой обработке на 0,20...0,22 м — 360 мм, а наименьшее при двукратной послойной обработке: плоскорезная на 0,20...0,22 см + чизельное рыхление на 0,35...0,40 м — 315 мм и при плоскорезной обработке на 0,20...0,22 м + щелевое рыхление на 0,35...0,40 м — 326 мм.

Проведение глубоких обработок (0,35...0,40 м) почвы при применении чизельной обработки снижает весенний запас влаги с 370 до 330 мм, а при применении щелевого рыхления с 344 до 339 мм.

Рыхление стойкой СибИМЭ и плоскорезная обработка почвы на 0,25...0,27 м по накоплению почвенной влаги оказались равнозначными — 338 мм, тогда как при проведении полупаровой обработки на 0,25...0,27 м влагозапасы составля-

ли 334 мм, а на улучшенной зяби на равнозначную глубину — 330 мм.

Проведение наблюдений в ранне-весенний период показало, что безотвальные обработки почвы «созревают» для покровного боронования на 3...4 дня позже, чем отвальные обработки.

Наблюдения за влажностью 0...0,40 м слоя почвы в период получения полных всходов подсолнечника показали, что они существенно колеблются по слоям почвы в зависимости от способа и глубины обработки почвы (табл. 2).

При этом в верхнем 0...0,10 м слое наиболее высокая влажность посевного слоя была на вариантах с безотвальными обработками — 18,4...20,1, при наименьшей величине при плоскорезной обработке — 18,4 и чизельной обработке на 0,25...0,27 м — 18,6%. При проведении вспашки в системе улучшенной зяби она снижается до 17,0...17,2%, а в системе полупаровой обработки до 16,5...16,8%.

Таблица 2

Влажность почвы в посевах подсолнечника после получения полных всходов по слоям почвы в зависимости от способа и глубины основной обработки почвы, % от абсолютно сухой почвы (среднее за 1990—1992 гг.)

Основная обработка почвы	Слой почвы, м				Среднее
	0...0,10	0,10...0,20	0,20...0,30	0,30...0,40	
Улучшенная зябь на 0,20...0,22 м	17,2	20,2	18,7	17,1	18,3
Полупаровая обработка на 0,20...0,22 м	16,8	16,0	20,5	18,1	17,8
Полупаровая обработка на 0,25...0,27 м	16,5	17,4	20,0	18,6	18,1
Улучшенная зябь на 0,25...0,27 м	17,0	20,0	18,6	18,4	18,5
Рыхление стойкой СибИМЭ на 0,25...0,27 м	20,1	19,7	19,7	18,7	19,6
Плоскорезная обработка на 0,25...0,27 м	18,4	19,1	19,7	19,4	19,1
Щелевое рыхление на 0,25...0,27 м	18,8	20,2	20,8	18,3	19,5
Чизельная обработка на 0,25...0,27 м	18,6	16,7	20,7	18,3	18,6
Чизельная обработка на 0,35...0,40 м	18,7	20,2	20,8	18,2	19,5
Плоскорезная обработка на 0,20...0,22 м + чизельное рыхление на 0,35...0,40 м (с междуследием 0,90 м)	19,9	20,1	19,4	20,4	19,9
Плоскорезная обработка на 0,20...0,22 м + щелевое рыхление на 0,35...0,40 м (с междуследием 0,90 м)	19,5	19,4	20,5	19,7	19,8
Щелевое рыхление на 0,35...0,40 м	19,1	20,5	19,6	19,6	19,7

Эта закономерность во многом сохраняется, но при чаще абсолютно большей средней величине, которая свойственна 0...0,40 м слою, где

влажность почвы при проведении безотвальных обработок колебалась от 18,1% на плоскорезной обработке до 19,9% при двукратной (последующей) обработке почвы (плоскорезная на 0,20...0,22 м + чизельное рыхление на 0,35...0,40 м). Влажность почвы при проведении вспашки несколько выше была при обработке почвы в системе улучшенной зяби — 18,3...18,5% и несколько меньшей в системе полупаровой обработки — 17,8...18,1%. Влияние увеличения глубины основной обработки почвы сказалось на всех обработках и составило +0,2...0,3% на вспашке, +0,2% при щелевом рыхлении и +0,9% при чизельном рыхлении.

Более правильно оценить влияние основных обработок почвы на не только накопление, но и сохранение влаги позволяет динамика наблюдений за этим процессом. Тем более что продуктивность подсолнечника во многом определяется влагозапасами второго метрового слоя почвы.

Изучение динамики влажности почвы по основным фазам развития растений подсолнечника показало, что в зависимости от способа и глубины основной обработки почвы она значительно изменяется.

Так, при сопоставлении данных влажности почвы в 0...1,0 м слое почвы перед посевами и в фазу образования корзинки видно, что самая высокая и практически равнозначная влажность почвы была на вспашке с полупаровой обработкой на 0,20...0,22 м — 17,4%, при чизельной на 0,25...0,27 м и щелевой обработке на 0,35...0,40 м — 17,1% и улучшенной зяби на 0,20...0,22 м — 17,0%. Самой низкой в эту фазу влажность почвы была на плоскорезной обработке на 0,20...0,22 м — 14,8%, а также при плоскорезной обработке на 0,25...0,27 м — 15,5 и рыхлении стойкой СибИМЭ на 0,25...0,27 м — 15,4%. При этом самый низкий расход влаги был на полупаровой обработке и улучшенной зяби на 0,25...0,27 м — 1,0...1,1%, а на этих же обработках на глубину 0,20...0,22 м — 1,3%.

Самые высокие расходы влаги были на плоскорезной обработке на 0,20...0,22 м с последующим чизельным рыхлением на 0,35...0,40 м — 2,4% и при рыхлении стойкой СибИМЭ и чизельной обработке на 0,25...0,27 м — 2,3%. Остальные обработки почвы в период посев — образование корзинки занимали промежуточное положение с расходом влаги от 1,5...1,9%.

В фазу цветения самая высокая влажность почвы сохраняется в посевах подсолнечника, прежде всего, на вариантах с отвальной вспашкой (улучшенная зябь и полупаровая обработка) — 14,8...15,8% с большей абсолютной величиной на более мелких обработках, а из безотвальных обработок почвы — при чизельной обработке на 0,35...0,40 м — 15,4%.

Самая низкая влажность почвы отмечается при рыхлении стойкой СибИМЭ, при плоскорезной обработке на 0,20...0,22 м с последующим чизельным рыхлением на 0,35...0,40 м — 13,7% и при щелевом рыхлении на 0,25...0,27 м — 13,8%. Остальные варианты занимали промежуточное положение — 14,3...14,9%.

Сопоставление данных влажности почвы перед посевом и в фазу цветения в слое почвы 0...1,0 м показывает, что минимальным расходом воды здесь выделяются также глубокие обработки почвы при вспашке — 1,9%, чизельная обработка на 0,35...0,40 м — 2,3% и улучшенная зябь на 0,20...0,22 м — 2,5%. Самые высокие расходы влаги отмечены на чизельной обработке и щелевом рыхлении почвы на 0,25...0,27 м — соответственно 5,0 и 4,8%. Остальные обработки занимали промежуточное положение с результатом 2,6...4,2%.

Перед уборкой подсолнечника наибольшая остаточная влажность почвы в 0...1,0 м слое почвы была на безотвальных обработках (10,4...10,9%), за исключением рыхления стойкой СибИМЭ — 10,2%. Высокой остаточная влага в почве была и на полупаровой обработке — 10,9%.

На формирование урожая семян подсолнечника наибольший расход влаги из слоя 0...1,0 м был отмечен на чизельной обработке на 0,25...0,27 м — 8,9%, улучшенной зяби на 0,20...0,22 м — 8,4%, щелевом рыхлении на 0,35...0,40 м — 8,1, а на 0,25...0,27 м — 7,9%.

Более низкие расходы влаги были отмечены на плоскорезной обработке на 0,20...0,22 м с последующим чизельным рыхлением на 0,35...0,40 м — 5,9%, полупаровой обработке на 0,25...0,27 м — 6,5%. Остальные варианты с обработкой почвы занимали промежуточные показатели — 6,9...7,5%.

При сопоставлении равнозначных по глубине безотвальных обработок почвы следует отметить сначала чизельное, а затем щелевое рыхление. Увеличение глубины обработки почвы до 0,35...0,40 м в первом случае ухудшало влагообеспечение подсолнечника с 8,9 до 7,1%, а во втором случае улучшало с 7,9 до 8,1%. На улучшенной зяби влагообеспеченность при этом снижается с 8,4 до 6,9%, а на полупаровой обработке с 7,8 до 6,5%.

Сопоставляя аналогичные данные за период посев-созревание, но из 0...1,5 м слое почвы следует отметить, что во многом сохранялась вышеописанная закономерность, только абсолютные значения чаще всего были ниже, чем расход влаги из 0...1,0 м слоя почвы.

Особенности роста растений. Наблюдениями установлено, что густота растений подсолнечника по вариантам с обработкой почвы составляет 38,8...42,2 тыс. растений/га.

Наблюдения за высотой растения в фазу цветения показали, что наиболее высокорослыми они были на улучшенной зяби и полупаровой обработке на 0,20...0,22 м — 1,73 и 1,72 м, при проведении безотвальных обработок на среднюю глубину (при чизельной обработке) — 1,68 м и при глубоких обработках (на щелевом рыхлении) — 1,69 м (табл. 3).

Наиболее высокий показатель диаметра стебля отмечен при щелевом рыхлении на глубину 0,35...0,40 м — 24 мм и на полупаровой обработке 0,20...0,22 м — 23 мм, тогда как на других вариантах основной обработки почвы он был 21...22 мм.

Наибольший диаметр корзинки отмечен также при щелевом рыхлении — 0,18 м. Высоким этот показатель также был при полупаровой обработке и на улучшенной зяби на глубину 0,20...0,22 м, а также чизельной обработке на 0,35...0,40 м — 0,16 м.

Увеличение глубины основной обработки почвы на улучшенной зяби снижает высоту растения подсолнечника на 0,05 м, диаметр стебля

на 1 мм, диаметр корзинки на 0,01 м, а на полупаровой обработке соответственно на 0,12 м, 2 мм и 0,01 м.

Увеличение глубины обработки почвы при щелевом рыхлении увеличивает высоту растения на 0,09 м, диаметр стебля на 2 мм, диаметр корзинки на 0,03 м, тогда как при чизельной обработке высота растения снижается на 0,04 м, а диаметр корзинки увеличивается на 0,02 м.

Плоскорезная обработка почвы на 0,20...0,22 м с последующей чизельной обработкой на 0,35...0,40 м, по сравнению с плоскорезной обработкой 0,25...0,27 м, улучшает морфологические показатели подсолнечника: высоту растения на 0,16 м, диаметр стебля на 1 мм, диаметр корзинки на 0,01 м, тогда как с последующим щелевым рыхлением на 0,35...0,40 м соответственно на 0,08 м, 1 мм и 0,01 м.

Таким образом, лучшие условия для роста растений создаются на варианте щелевого рыхления на 0,35...0,40 м, на полупаровой обработке почвы и в системе улучшенной зяби на 0,20...0,22 м.

Засоренность посевов. Существенный показатель качества основной обработки почвы — очищение полей от сорняков.

Исследования, проведенные в Тамбовской области в 1968...1970 гг., показали, что количество однолетних сорняков в посевах подсолнечника при вспашке на глубину 30...32 см было в 1,5...1,8 раза, а корнеотпрысковых (многолетних) — в 10...12 раз меньше по сравнению с обычной (20...22 см) и соответственно в 1,3...3 раза меньше, чем при вспашке на 25...27 см⁵³.

В Воронежской области засоренность посевов подсолнечника в большей степени зависела от погодных условий, чем от приемов основной обработки почвы. При этом для осеннего прорастания сорняков по плоскорезной основной подготовке почвы необходимо количество осадков 12...15 мм, по вспашке — 35...40 мм. Поэтому плоскорезная основная подготовка почвы по сравнению с вспашкой позволяет эффективно уничтожить проростки и всходы сорняков в течение осени⁵⁴.

В условиях Ставрополя безотвальные обработки приводили к увеличению засоренности посевов сорняками, повреждению болезнями и заметному снижению урожайности в засушливые годы. Поэтому в условиях производства безотвальные обработки должны сочетаться с дополнительным применением гербицидов.

Подсолнечник по сравнению с другими техническими культурами достаточно конкурентоспособен по отношению к сорнякам, однако при высокой засоренности полей урожай его резко снижается. В специальном опыте ВНИИМК (Пенчуков В. М. и др.⁵⁵) при полном и своевременном удалении сорняков урожайность семян подсол-

Таблица 3
Биометрические показатели растений подсолнечника
в зависимости от способа основной обработки почвы,
среднее за 1990—1992 гг.

Основная обработка почвы	Густота растений, тыс./га	Высота растения в фазу цветения, м	Диаметр стебля, мм	Диаметр корзинки, м
Улучшенная зябь на 0,20...0,22 м (контроль)	39,3	1,73	22	0,16
Полупаровая обработка на 0,20...0,22 м	40,1	1,72	23	0,16
Полупаровая обработка на 0,25...0,27 м	38,7	1,60	21	0,15
Улучшенная зябь на 0,25...0,27 м	39,6	1,68	21	0,15
Рыхление стойкой СибИМЭ на 0,25...0,27 м	38,8	1,56	21	0,14
Плоскорезная обработка на 0,25...0,27 м	39,6	1,52	21	0,14
Щелевое рыхление на 0,25...0,27 м	38,9	1,60	22	0,15
Чизельная обработка на 0,25...0,27 м	40,1	1,68	21	0,14
Чизельная обработка на 0,35...0,40 м	39,5	1,64	21	0,16
Плоскорезная обработка на 0,20...0,22 м + чизельная обработка на 0,35...0,40 м (с междуследием 0,90 м)	40,4	1,68	22	0,15
Плоскорезная обработка на 0,20...0,22 м + щелевое рыхление на 0,35...0,40 м (с междуследием 0,90 м)	42,2	1,60	22	0,15
Щелевое рыхление на 0,35...0,40 м	39,8	1,69	24	0,18

нечника составила 44,4 ц/га; при наличии на 1 м² 10 злаковых сорняков она снизилась на 1,8 ц/га (4%), 10 двудольных — на 5,6 ц/га (13%), а при 40 шт. — на 13,5...17,6 ц/га (30...40%).

По данным Северо-Кавказского филиала ВИМ, засоренность посевов подсолнечника на участках с почвозащитной технологией в период после всходов культурных растений была выше, чем по вспашке, на 22,1%. Это связано с концентрацией семян сорняков в верхней части обрабатываемого слоя: при плоскорезной обработке в слое 0...10 см содержалось 37,9%, в слое 10...20 см — 37,7 и в слое 20...30 см — 24,4% семян сорных растений, при вспашке — соответственно 31,8; 33,5 и 34,7%⁵⁶.

Учет засоренности посевов подсолнечника перед уборкой показал, что наибольшая засоренность как по количественному, так и по весовому составу наблюдается на безотвальных обработках почвы, и, прежде всего, при чизельной обработке и щелевом рыхлении почвы.

Так, при обработке почвы в системе улучшенной зяби на 0,20...0,22 м насчитывается 6 шт./м² сорняков, а на полупаровой обработке на 0,20...0,22 м — 12 шт./м². На безотвальных обработках на 0,25...0,27 м, по сравнению с улучшенной зябью на 0,20...0,22 м, количество сорняков увеличивается при рыхлении стойкой СибИМЭ в 4,2 раза, на плоскорезной обработке — в 5,0 раза, при щелевом рыхлении — в 10,3 и при чизельной обработке в 10,8 раза (табл. 4).

Увеличение глубины основной обработки почвы на улучшенной зяби увеличивает засоренность посевов подсолнечника на 7 сорняков на 1 м², тогда как полупаровая обработка снижает ее на 5 шт./м².

Увеличение глубины обработки почвы на безотвальных рыхлениях снижает количество сорняков при чизельной обработке на 22,6%, а при щелевом рыхлении на 77,1%.

Дополнительная обработка почвы после плоскорезной обработки на 0,20...0,22 м, по сравнению с плоскорезной обработкой на 0,25...0,27 м, увеличивает засоренность посевов подсолнечника перед уборкой при чизельной обработке в 2,2 раза, а при щелевом рыхлении — в 1,5.

Весовой учет засоренности посевов подсолнечника имеет несколько иную закономерность, чем количественный. При этом наименьшие отклонения были при определении абсолютно сухой массы сорняков.

Так, при обработке почвы в системе улучшенной зяби на 0,20...0,22 м вес абсолютно сухой массы сорняков был 0,4 г/м², а на полупаровой обработке на 0,20...0,22 м — 1,5 г/м². На безотвальных обработках на 0,25...0,27 м, по сравнению с улучшенной зябью на 0,20...0,22 м, масса сорняков увеличивается при рыхлении стойкой

Таблица 4
Засоренность посевов подсолнечника перед уборкой в зависимости от способа основной обработки почвы, среднее за 199—1992 гг.

Основная обработка почвы	Количество сорняков, шт./м ²	Вес сырой массы сорняков, г/м ²	Вес абсолютно сухой массы, г/м ²
Улучшенная зябь на 0,20...0,22 м (контроль)	6	2,6	0,4
Полупаровая обработка на 0,20...0,22 м	12	2,9	1,5
Полупаровая обработка на 0,25...0,27 м	7	1,0	0,9
Улучшенная зябь на 0,25...0,27 м	13	5,1	2,5
Рыхление стойкой СибИМЭ на 0,25...0,27 м	25	18,1	8,3
Плоскорезная обработка на 0,25...0,27 м	30	26,9	10,2
Щелевое рыхление на 0,25...0,27 м	62	30,4	13,1
Чизельная обработка на 0,25...0,27 м	65	31,8	13,9
Чизельная обработка на 0,35...0,40 м	53	26,6	12,0
Плоскорезная обработка на 0,20...0,22 м + чизельная обработка на 0,35...0,40 м	65	28,3	13,6
Плоскорезная обработка на 0,20...0,22 м + щелевое рыхление на 0,35...0,40 м	37	25,8	10,0
Щелевое рыхление на 0,35...0,40 м	35	15,7	6,7

Примечание. Сорняки в опыте представлены марью белой, ширицей обыкновенной, куриным просом, мышеем, шетинниками и др.

СибИМЭ в 20,8 раза, на плоскорезной обработке в 25,5, при щелевом рыхлении — в 32,8 и при чизельной обработке — в 34,8 раза.

Увеличение глубины основной обработки почвы на улучшенной зяби увеличивает массу сорняков в посевах подсолнечника в 2,2 раза, а на полупаровой обработке почвы снижает в 1,7.

Увеличение глубины обработки почвы на безотвальных обработках снижает массу сорняков при чизельной обработке на 15,8%, а при щелевом рыхлении — на 87,1%.

Дополнительная обработка после плоскорезной обработки на 0,20...0,22 м, по сравнению с плоскорезной обработкой на 0,25...0,27 м, увеличивает массу сорняков в посевах при чизельной обработке на 33,3%, а при щелевом рыхлении снижает на 2,0%.

Таким образом, засоренность посевов подсолнечника на безотвальных обработках была в 4,2...10,8 раз выше, чем на улучшенной зяби.

Из безотвальных обработок лучшим по борьбе с сорняками является рыхление стойками

СибИМЭ. Глубокое щелевое рыхление по эффективности борьбы с сорняками превосходит все безотвальные обработки.

Динамика нарастания биомассы, качество семян и урожайность подсолнечника. Особенности сложения, накопления влаги и питательных веществ в почве, а также сложившиеся метеоусловия в годы проведения опытов оказали существенное влияние на динамику формирования биомассы растений подсолнечника в зависимости от способов и глубины основной обработки почвы.

Большее накопление биомассы одного растения, как и в целом на единице площади, является предпосылкой получения высокого урожая семян подсолнечника.

Изучение динамики накопления зеленой массы 1 растения подсолнечника по основным фазам вегетации в зависимости от основной обработки почвы представлена в табл. 5.

Эти данные показывают, что до фазы образования корзинки наиболее высокими темпами идет накопление зеленой массы на варианте с по-

Таблица 5

Вес сырой массы 1 растения подсолнечника по основным фазам вегетации в зависимости от основной обработки почвы, кг (среднее за 1990—1992 гг.)

Основная обработка почвы	Образование корзинки	Цветение	Налив семян	Созревание
Улучшенная зябь на 0,20...0,22 м (контроль)	0,635	0,925	1,060	0,740
Полупаровая обработка на 0,20...0,22 м	0,705	0,980	1,130	0,760
Полупаровая обработка на 0,25...0,27 м	0,475	0,920	1,080	0,680
Улучшенная зябь на 0,25...0,27 м	0,680	0,900	1,050	0,610
Рыхление стойкой СибИМЭ на 0,25...0,27 м	0,460	0,875	1,045	0,660
Плоскорезная обработка на 0,25...0,27 м	0,465	0,830	0,900	0,590
Щелевое рыхление на 0,25...0,27 м	0,595	0,885	0,960	0,630
Чизельная обработка на 0,25...0,27 м	0,580	0,945	1,100	0,645
Чизельная обработка на 0,35...0,40 м	0,460	0,870	1,000	0,650
Плоскорезная обработка на 0,20...0,22 м + чизельная обработка на 0,35...0,40 м (с междуследием 0,90 м)	0,525	0,925	1,130	0,720
Плоскорезная обработка на 0,20...0,22 м + щелевое рыхление на 0,35...0,40 м (с междуследием 0,90 м)	0,510	0,905	0,950	0,670
Щелевое рыхление на 0,35...0,40 м	0,665	0,930	0,970	0,650

лупаровой обработкой почвы на 0,20...0,22 м — 0,705 кг, улучшенной зяби на 0,25...0,27 м — 0,680 кг, щелевом рыхлении на 0,35...0,40 м — 0,665 кг и улучшенной зяби на 0,20...0,22 м — 0,635 кг, а наименьшие темпы отмечены при рыхлении стойкой СибИМЭ и чизельной обработке на 0,35...0,40 м — 0,460 кг и плоскорезной обработке — 0,465 кг.

К фазе цветения растений подсолнечника указанная закономерность во многом сохраняется, только при этом обработки, которые до этого занимали промежуточное положение, выравниваются по массе растения с лучшими вариантами.

К фазе налива семян, когда продуктивная влага практически полностью израсходована, наибольший вес 1 растения отмечается на полупаровой обработке на 0,20...0,22 м и плоскорезной на 0,20...0,22 м с последующим чизельным рыхлением — 1,130 кг. На чизельной обработке на 0,25...0,27 м — 1,100 кг, на полупаровой обработке на 0,25...0,27 м — 1,080 кг и улучшенной зяби на 0,20...0,22 м — 1,060 кг, а наименьшая масса 1 растения была на плоскорезной обработке — 0,900 кг, плоскорезной обработки на 0,20...0,22 м с последующим щелевым рыхлением на 0,35...0,40 м — 0,950 и щелевым рыхлением на 0,35...0,40 м — 0,970 кг.

В фазу созревания семян наибольшая масса 1 растения была на полупаровой и улучшенной зяби на 0,20...0,22 м — 0,760 и 0,740 кг соответственно, и на плоскорезной обработке на 0,20...0,22 м с последующим чизельным рыхлением на 0,35...0,40 м — 0,720 кг. Наименьшая масса 1 растения, как и при предыдущих определениях, была на плоскорезной обработке — 0,590 кг, улучшенной зяби на 0,25...0,27 м — 0,610 кг и щелевом рыхлении на 0,25...0,27 м — 0,630 кг.

Накопление зеленой массы растениями иногда не может объективно оценить изучаемые варианты по интенсивности ее нарастания из-за различной оводненности растений, поэтому более достоверные данные, характеризующие этот процесс, дает динамика нарастания сухой массы.

Так, в среднем за три года наибольший сухой вес 1 растения к фазе образования корзинки формируется при щелевом рыхлении на 0,35...0,40 м — 0,077 кг, на полупаровой обработке на 0,20...0,22 м — 0,076 кг и на улучшенной зяби на 0,20...0,22 м и 0,25...0,27 м — 0,071 и 0,070 кг соответственно. Наименьшая масса 1 растения была на чизельной — 0,047 кг и плоскорезной обработке — 52 г (табл. 6).

К фазе цветения большей сухой массы были уже растения на улучшенной зяби на 0,20...0,22 м — 0,103 кг, полупаровой обработке на 0,20...0,22 м — 0,102 кг, улучшенной зяби на

Таблица 6
Вес сухой массы 1 растения подсолнечника по основным
фазам вегетации в зависимости от основной обработки
почвы, кг (среднее за 1990–1992 гг.)

Основная обработка почвы	Образование корзинки	Цветение	Налив семян	Созревание
Улучшенная зябь на 0,20...0,22 м (контроль)	0,071	0,103	0,168	0,222
Полупаровая обработка на 0,20...0,22 м	0,076	0,102	0,173	0,223
Полупаровая обработка на 0,25...0,27 м	0,066	0,099	0,170	0,220
Улучшенная зябь на 0,25...0,27 м	0,070	0,101	0,168	0,205
Рыхление стойкой СибИМЭ на 0,25...0,27 м	0,055	0,090	0,164	0,218
Плоскорезная обработка на 0,25...0,27 м	0,052	0,087	0,140	0,198
Щелевое рыхление на 0,25...0,27 м	0,065	0,095	0,148	0,200
Чизельная обработка на 0,25...0,27 м	0,065	0,098	0,158	0,210
Чизельная обработка на 0,35...0,40 м	0,047	0,096	0,152	0,209
Плоскорезная обработка на 0,20...0,22 м + чизельная обработка на 0,35...0,40 м (с междуследием 0,90 м)	0,061	0,098	0,169	0,216
Плоскорезная обработка на 0,20...0,22 м + щелевое рыхление на 0,35...0,40 м (с междуследием 0,90 м)	0,056	0,100	0,167	0,206
Щелевое рыхление на 0,35...0,40 м	0,077	0,0965	0,204	0,260

0,25...0,27 м — 0,101 кг, а наименьшей — на плоскорезной обработке — 0,087 кг, и рыхлении стойкой СибИМЭ — 0,090 кг.

К фазе налива семян растения с наибольшей сухой массой отмечены на полупаровой обработке на 0,20...0,22 м и 0,25...0,27 м — 0,173 и 0,170 кг соответственно, а низкое — на плоскорезной обработке — 0,140 кг, щелевом рыхлении на 0,25...0,27 м — 0,148 кг и чизельной обработке на 0,35...0,40 м — 0,152 кг.

В фазу созревания семян наибольшую сухую массу имели растения на полупаровой обработке и улучшенной зяби 0,20...0,22 м — 0,223 и 0,222 кг соответственно. Довольно высокой она также была на полупаровой обработке — 0,220 кг и рыхлении стойкой СибИМЭ — 0,218 кг. Низкой массой отмечались растения на плоскорезной обработке — 0,198 кг и на щелевом рыхлении на 0,25...0,27 м — 0,202 кг.

Анализ качества семян подсолнечника свидетельствует, что наибольшая масса 1000 семян получена на полупаровой обработке и улучшен-

ной зяби на 0,20...0,22 м — 75,8 и 75,6 г соответственно. Самая низкая масса 1000 семян была на плоскорезной обработке — 74,0 и щелевом рыхлении на 0,25...0,27 м — 74,1 г (табл. 7). Наибольшая масса 1000 семян на безотвальных обработках при глубокой обработке (0,25...0,27 м) отмечается при рыхлении почвы стойками СибИМЭ — 74,8 г. Масса 1000 семян на плоскорезной обработке на 0,20...0,22 м, с последующей чизельной обработкой на 0,35...0,40 м по сравнению с плоскорезной обработкой на 0,25...0,27 м, повышается на 1,0 г, а с последующей щелевой обработкой на 0,35...0,40 м — на 0,6 г.

Исследования в опытах также показали, что лужистость семян существенно не зависит от способа обработки почвы, хотя несколько больший процент лужистости семян был при отвальных обработках почвы — 22,7...22,9, против 22,3...22,8% при безотвальных обработках.

Таблица 7
Качество семян и продуктивность подсолнечника
в зависимости от способа основной обработки почвы,
среднее за 1990–1992 гг.

Основная обработка почвы	Масса 1000 семян, г	Лужистость, %	Масличность семян, %	Урожайность семян, т/га	Сбор масла, кг/га
Улучшенная зябь на 0,20...0,22 м (контроль)	75,6	22,8	52,3	2,22	1045
Полупаровая обработка на 0,20...0,22 м	75,8	22,9	53,1	2,32	1109
Полупаровая обработка на 0,25...0,27 м	75,3	22,7	52,8	2,18	1036
Улучшенная зябь на 0,25...0,27 м	74,5	22,8	51,8	2,00	932
Рыхление стойкой СибИМЭ на 0,25...0,27 м	74,8	22,6	51,6	2,15	998
Плоскорезная обработка на 0,25...0,27 м	74,0	22,3	49,8	2,01	901
Щелевое рыхление на 0,25...0,27 м	74,1	22,4	51,3	1,99	919
Чизельная обработка на 0,25...0,27 м	74,5	22,5	51,8	2,05	956
Чизельная обработка на 0,35...0,40 м	74,5	22,4	50,4	1,97	894
Плоскорезная обработка на 0,20...0,22 м + чизельная обработка на 0,35...0,40 м (с междуследием 0,90 м)	75,0	22,8	50,6	2,12	965
Плоскорезная обработка на 0,20...0,22 м + щелевое рыхление на 0,35...0,40 м (с междуследием 0,90 м)	74,6	22,5	51,2	2,03	935
Щелевое рыхление на 0,35...0,40 м	74,7	22,6	51,8	2,05	956

Наибольшая масличность семян получена при полупаровой обработке на глубину 0,20...0,22 м —

53,1% и на глубину 0,25...0,27 м — 52,8%, а среди безотвальных обработок самой высокой она была при чизельной обработке на 0,25...0,27 м и шелевом рыхлении на 0,35...0,40 м — 51,8%. При этом самая низкая масличность семян была на плоскорезной обработке на 0,25...0,27 м — 49,8%.

Увеличение глубины основной обработки почвы на улучшенной зяби, полупаровой и чизельной обработке снижает масличность соответственно на 0,5; 0,3 и 1,4%, тогда как при шелевом рыхлении увеличивает на 0,5%.

Учет урожая семян показал, что более высокой урожайностью выделяется полупаровая обработка почвы и улучшенная зябь на 0,20...0,22 м — 2,32 и 2,22 т/га. На безотвальных обработках на глубину 0,25...0,27 м высокая урожайность отмечена при рыхлении стойкой СибИМЭ — 2,15 т/га и чизельной обработке — 2,05 т/га, а самая низкая при плоскорезной обработке — 2,01 и шелевом рыхлении — 1,99 т/га.

Плоскорезная обработка почвы на 0,20...0,22 м с последующей чизельной обработкой на 0,35...0,40 м, по сравнению с плоскорезной обработкой на 0,25...0,27 м, повышает урожайность семян на 0,11, а с последующей шелевой обработкой на 0,02 т/га.

Увеличение глубины основной обработки почвы на улучшенной зяби, полупаровой и чизельной обработке не сопровождается увеличением урожая семян подсолнечника, тогда как при шелевом рыхлении урожай возрастает незначительно — на 0,06 т/га.

В соответствии с урожайностью и масличностью семян находится и сбор масла с 1 га: полупаровая обработка на 0,20...0,22 м — 1109 кг, улучшенная зябь — 1045 кг; а на безотвальных обработках: при рыхлении стойкой СибИМЭ — 998 кг и чизельной обработке — 956 кг.

Таким образом, основная обработка почвы не оказывает существенного влияния на лузжистость семян. Масличность семян высокой была при проведении вспашки (на улучшенной зяби и полупаровой обработке) — 51,8...53,1%. При этом она оказалась равнозначной на улучшенной зяби на 0,25...0,27 м, чизельной обработке на 0,25...0,27 м и шелевом рыхлении на 0,35...0,40 м — 51,8%.

В качестве основной обработки на темно-каштановых почвах следует практиковать полупаровую обработку или улучшенную зябь на 0,20...0,22 м. Из безотвальных обработок предпочтение следует отдать рыхлению стойкой СибИМЭ и чизельной обработке на 0,25...0,27 м.

Расчеты энергетического коэффициента возделывания подсолнечника по разным вариантам основной обработки почвы показали, что наибольший сбор энергии получен при проведении вспашки на 0,20...0,22 м с последующей полупаровой обработкой почвы — 56097,6 МДж или в

системе улучшенной зяби — 53679,6 МДж. Увеличение глубины вспашки до 0,25...0,27 м снижает сбор биоэнергии соответственно на 6,0 и 9,9%.

Из безотвальных обработок на 0,25...0,27 м по сбору биоэнергии выделяются рыхление стойкой СибИМЭ — 51987,0 МДж и чизельная обработка — 49569 МДж. Увеличение глубины обработки почвы приводит к снижению сбора биоэнергии на чизельной обработке на 1934,4 МДж, а на шелевом рыхлении увеличивает ее сбор на 1450,8 МДж.

Наибольший энергетический коэффициент отмечен на полупаровой обработке на 0,20...0,22 м — 2,79 и улучшенной зяби — 2,73. Основная обработка почвы на 0,25...0,27 м располагается в следующий убывающий ряд: рыхление стойкой СибИМЭ, полупаровая обработка, чизельная обработка, плоскорезная обработка и улучшенная зябь с шелевым рыхлением.

Дополнительная чизельная обработка после обычной плоскорезной обработкой с 2,49 до 2,60, а дополнительное шелевое рыхление плоскорезной обработки — до 2,51. Выход нетто энергии (28004,9—35995,0 МДж/га) полностью копирует закономерность, описанную по энергетическому коэффициенту возделывания подсолнечника в зависимости от вариантов основной обработки почвы.

Анализ экономической эффективности возделывания подсолнечника, в свою очередь, показал, что наибольший чистый доход с 1 га получен на полупаровой обработке на 0,20...0,22 м — 9146 руб. и на улучшенной зяби на 0,20...0,22 м — 8696 руб., при себестоимости 0,1 т семян соответственно 106 и 108 руб. и рентабельности 327 и 362%. Увеличение глубины вспашки до 0,25...0,27 м снижает чистый доход на 711 и 1129 руб., а себестоимость маслосемян возрастает до 113 и 122 руб.

На безотвальных обработках высокий (чистый) доход обеспечивает рыхление стойкой СибИМЭ — 8371 руб. при себестоимости 111 руб. и рентабельности 352%, а самый низкий чистый доход был на плоскорезной обработке 7709 руб. и шелевом рыхлении — 7627 руб.

Применение более глубокой обработки почвы эффективным было только на шелевом рыхлении на 0,35...0,40 м, где чистый доход по сравнению с обработкой на 0,25...0,27 м возрастал на 265 руб., а себестоимость 0,1 т семян снижалась с 117 до 115 руб.

Экономически целесообразным из глубоких повторных обработок после плоскорезной обработки на 0,20—0,22 м является чизельная обработка на 0,35...0,40 м с междуследием рабочих органов 0,90 м, повышающая чистый доход по сравнению с плоскорезной обработкой на 0,25...0,27 м на 336 руб.