

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМООБРАЗУЮЩИХ ПАРАМЕТРОВ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ ПРОПАШНЫХ КУЛЬТУР

**БОЙКОВ Василий Михайлович**, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

**СТАРЦЕВ Сергей Викторович**, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

**ВОРОТНИКОВ Игорь Леонидович**, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

**НАРУШЕВ Виктор Бисенгалиевич**, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

*Для производства пропашных культур, высеваемых по широкорядной технологии, все большее распространение находит полосовая технология обработки почвы, или технология обработки почвы по системе Strip-till. При разработке почвообрабатывающих рабочих органов для этой технологии необходимо уточнить размерные параметры корневой системы основных культур: подсолнечника, кукурузы и сои, возделываемых в засушливых условиях степной зоны Юго-Востока России. В результате исследований проведены измерения параметров корневой системы пропашных культур в условиях развития 2019 г. в левобережной микроне Саратовской области.*

**Введение.** В настоящее время на рынке большим спросом пользуется сырье пропашных культур, особенно подсолнечника, кукурузы, сои. Значительная площадь этих культур в Саратовской области расположена в засушливой природно-климатической зоне Левобережья реки Волга. С целью значительной экономии энергетических, материальных и трудовых ресурсов возделывания этих сельскохозяйственных культур в почвозащитном земледелии наблюдается переход на ресурсосберегающие экологически обоснованные технологии.

По агрономическим условиям рациональное распределение растений на поле в основном зависит от оптимальной площади питания, влагообеспеченности, КПД фотосинтеза, создания микроклимата для проветривания против развития грибковых болезней, величины листовой поверхности прямо попадающих под солнечные лучи, затенения поверхности почвы против нагрева и освещения сорняков и др. Рядовой широкорядный посев подсолнечника и кукурузы с расстоянием между рядами 70 см принят в большинстве регионов по техническим условиям. Вся система машин (сеялки, культиваторы, комбайны) рассчитана на междурядья 70 см. Такая схема посева образует вытянутые прямоугольники почвы, приходящиеся на корневую систему одного растения, что при одинаковых факторах внешней среды сдерживает возможность повы-

шения урожайности за счет более продуктивного использования влаги, питательных веществ и максимальной утилизации солнечной радиации. Многими исследованиями технологии посева подсолнечника и кукурузы установлено, что максимальная урожайность этих культур обеспечивается при междурядье 40 см и густоте стояний 60 тыс./га [5].

Известно, что механическая основная обработка почвы является наиболее энергоемкой, интенсивно воздействующей на почву технологической операцией в системе земледелия [7]. Для снижения энергозатрат ведется постоянный поиск наиболее эффективных щадящих приемов обработки почвы для возделывания пропашных культур. Существующие виды основной безотвальной обработки почвы [12], включающие глубокое рыхление, плоскорезную обработку, чизелевание и щелевание достаточно исследованы как почвозащитные технологии, но мало изучены с точки зрения влияния этих приемов обработки на формирование отдельных органов растений, особенно их корневых систем [11].

Рабочий орган широко применяемых плоскорезов-глубокорыхлителей состоит из вертикальной прямолинейной стойки, в нижней части которой расположена стрельчатая лапа. Лапа имеет левый и правый лемеха, а в середине закреплено плоское долото [9, 12]. По такому же принципу выполнен рабочий орган куль-





тиватора-плоскореза [9, 12]. Стойка ЛП-0,35 (СибИМЭ) плуга-рыхлителя конструктивно состоит из одного лемеха, закрепленного на вертикальной прямой стойке [9]. Эти рабочие органы выполняют сплошное подрезание и крошение почвенного пласта на установленную глубину и не зависит от того, под какую форму корней растений оно производится [11].

Рабочий орган чизельного плуга состоит из прямой или наклонной стойки, в нижней части которой устанавливаются рыхлительная лапа или плоское долото [6, 9]. Установлено, что после прохода чизельного плуга дно обработанного слоя получается волнистым, между рядами стоек по ходу движения образуются неразрушенные гребни большой высоты [6]. После прохода стойки щелереза, также происходит неравномерное по глубине рыхление пласта [2].

Исследование продуктивности сельскохозяйственных культур с позиции формообразующего объема обработанного пласта почвы при совершенствовании технологических приемов их возделывания в зональном аспекте представляет несомненную научную и практическую значимость.

**Методика исследований.** Исследования формы корневой системы подсолнечника, кукурузы и сои проводились на опытном поле Учебно-научно-производственного объединения (УНПО) «Поволжье» Энгельсского района, территория землепользования которого расположена в центральной левобережной микрозоне Саратовской области. Климат района – резкоконтинентальный, отличающийся резкими колебаниями годовых и суточных температур, недостатком атмосферных осадков, сухостью воздуха и высокой интенсивностью испарения. В целом он соответствует засушливым условиям степной зоны Юго-Востока России. Измерение параметров корневой системы пропашных культур в условиях развития 2019 г. проводилось по методике Н.З. Станкова [10].

**Результаты исследований.** Подсолнечник однолетний посевной (*Helianthus annuus*) – травянистое растение, которое по ботанической классификации относится к роду Подсолнечник из семейства Астровые (*Asteraceae*) или сложноцветных (*Compositae*) [1]. Исследованиями установлено, что корневая система стержневая и может проникать в почву на глубину более 3 м. Основная масса корней расположена на глубине 0–50 см [3]. На рис. 1 представлена корневая система подсолнечника. Виден явно мощный основной стержень. Глубина проникновения этого стержня корневой системы достигает в среднем 24,8 см (см. таблицу). На расстоянии 10–12 см от надземной части стебля наблюдается утолщение в диаметре 1,5–2 см. В этом месте сконцентрирована большая часть боковых корней, которые распространяются в стороны в среднем

до 12,9 см. Форма такой корневой системы представляет фигуру в виде перевернутого конуса.

Подсолнечник до образования корзинок расходует около 20 % общего количества потребляемой влаги. Потребность в воде в этот период он удовлетворяет преимущественно за счет влаги, находящейся в горизонте почвы 0–40 см, а во влажные годы и за счет осадков. В период от образования соцветий и до массового цветения расходуется около 60 % общей потребности. Эту влагу подсолнечник потребляет в основном из горизонта почвы глубиной 40–60 см, а в засушливые годы до 100 см [3]. Во время цветения и образования семян расходуется около 20 % влаги за счет ее запасов в слое почвы глубже 60 см или за счет осадков. Эти особенности в потреблении влаги свидетельствуют о прямой зависимости уровня урожайности подсолнечника от наличия в почве большего или меньшего запаса влаги, которая образуется за счет осенне-зимних и частично весенних осадков.

Кукуруза посевная, или маис (*Zea mays*) – однолетнее травянистое культурное растение. Корневая система – мощная, мочковатая, многоярусная, сильноразветвленная, на почвах с рыхлых подпахотным слоем способна проникать на глубину до 3 м. Радиус горизонтального распространения – более 1 м. Основная масса корней расположена на глубине 0–40 см [4]. На рис. 2 представлена корневая система кукурузы. Корневая система мочковатая, имеет мощное развитие, равномерно распространяется в стороны. Глубина проникновения корневой системы достигает в среднем 21,2 см и занимала полосу в рядке шириной 17,6 см (см. таблицу).

У кукурузы развиты и так называемые воздушные надземные корни, которые несут в ос-

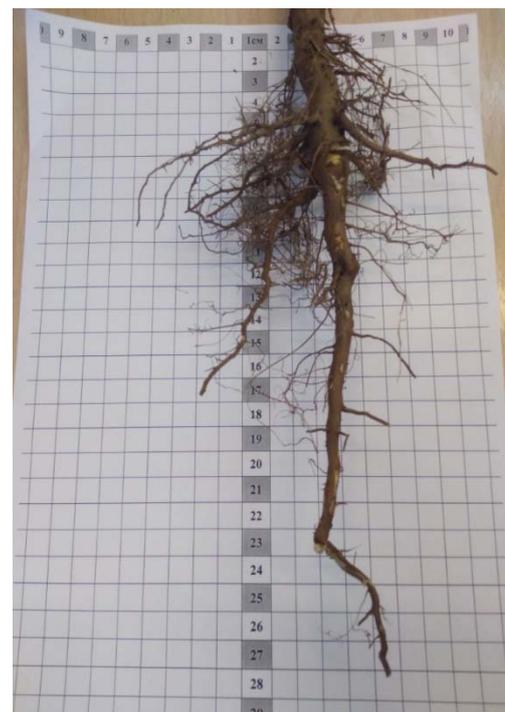


Рис. 1. Корневая система подсолнечника



**Рис. 2. Корневая система кукурузы**

новном механическую нагрузку, добавляя ей большей устойчивости против полегания [4].

Корневая система кукурузы имеет округлую форму, близкую к грушевидной. Требовательность кукурузы к влаге в начале вегетации невысока. Наибольшее количество влаги кукуруза потребляет в течение 30 дней, начиная за 10–14 дней до выбрасывания метелки и до стадии наступления молочной спелости зерна, когда растения быстро растут в высоту и происходит накопление семенной массы [4].

*Соя посевная* (*Glycine hispida* Max.) – однолетнее травянистое растение. Корневая система – стерж-

невая, состоит из короткого главного корня и большого количества длинных боковых корней, которые углубляются в почву до 2 м. Основная масса корней залегает в слое почвы 0–20 см [8]. На рис. 3 представлена корневая система сои. Корень стержневой, короткий, грубый, с большим количеством длинных, хорошо развитых боковых корней. Главный корень в верхней части толстый, но через 10–15 см быстро уменьшается в диаметре и не отличается от боковых корней, которые, в свою очередь, многократно ветвятся. Из таблицы видно, что у растений сои основная корневая масса располагается до глубины 14,5 см и занимает полосу в рядке шириной 9,6 см.

Характерной особенностью корневой системы сои является вытянутая треугольная форма. От всходов до начала цветения соя менее требовательна к влаге и сравнительно хорошо переносит засуху. Наибольшие требования к влаге соя предъявляет во время цветения и налива бобов.

**Заключение.** В настоящее время сельхозпредприятиями Саратовской области зоны Юго-Востока выращиваются в больших объемах пропашные культуры – подсолнечник, кукуруза и соя. Для основной обработки почвы применяются известные технологии сплошного рыхления слоя, относительно равномерного по площади и определенной глубины. Для снижения энергозатрат на обработку такого слоя и увеличения влагопоглощающей способности почвы, требуется рыхлить почвенный слой по ширине и по глубине с разной интенсивностью. При возделывании пропашных культур с широкорядным посевом возможно зяблевую основную обработку почвы выполнять рыхлением по полосам. Полученные данные исследований формы корневой систе-

**Параметры корневой системы полевых культур в условиях опытного поля УНПО «Поволжье» Энгельсского района Саратовской области (основная масса корней после отмычки по методике Н.З. Станкова)**

№ образца	Подсолнечник при междурядьях 70 см		Соя при междурядьях 45 см		Кукуруза при междурядьях 70 см	
	длина	ширина	длина	ширина	длина	ширина
1	26	14	15	9	18	14
2	18	10	19	12	23	20
3	23	12	13	10	21	18
4	27	13	16	9	20	16
5	25	14	17	10	22	19
6	20	12	15	11	20	16
7	16	13	12	9	23	18
8	24	15	18	12	19	16
9	26	16	12	10	21	19
10	25	13	9	6	20	17
11	29	12	14	10	18	15
12	23	11	13	8	23	21
13	24	10	12	9	22	18
14	31	15	16	12	25	22
15	29	13	15	9	20	16
16	28	12	13	10	19	16
17	24	13	11	9	23	19
18	27	12	18	10	24	20
19	25	15	15	8	21	17
20	26	13	16	9	22	15
Среднее	24,8	12,9	14,5	9,6	21,2	17,6



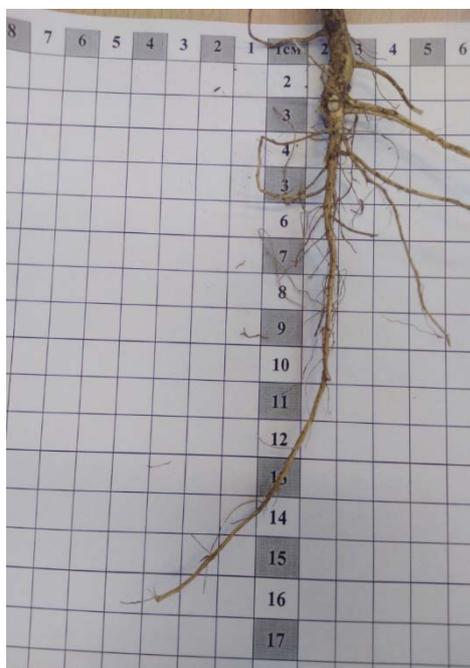


Рис. 3. Корневая система сои

мы пропашных культур свидетельствуют, что с учетом небольшого дополнительного зазора (4–6 см) можно рекомендовать технологию с различными по плотности участками поля на посевах подсолнечника на глубину рыхления 28–30 см и ширину полосы 20 см; на посевах кукурузы – глубину рыхления 25–27 см и ширину полосы 25 см; на посевах сои на глубину рыхления 18–20 см и ширину полосы 15 см.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Выращивание подсолнечника. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.agrocounsel.ru/vyraschivanie-podsolnechnika>.
2. Горшенин Д.Ю. Повышение эффективности процесса щелевания путем использования многоярусного рабочего органа: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Д.Ю. Горшенин. – Волгоград, 2009. – 165 с.
3. Корневая система подсолнечника. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.agrocounsel.ru/kornevaya-sistema-podsolnechnika>.

4. Кукуруза. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://universityagro.ru/растениеводство/кукуруза/>

5. Кукуруза вчера, сегодня, завтра. – Режим доступа: <http://iecscs.su/stati/agrotehnologii/corn3.html>.

6. Ревякин Е.Л., Просвириин В.Г. Система орудий для чизельной обработки почвы // Земледелие. – 1990. – № 4. – С. 51–55.

7. Румянцев В.И. Система обработки почв в засушливых районах Юго-Востока. – М.: Колос, 1964. – 199 с.

8. Соя. – Режим доступа: <https://universityagro.ru/растениеводство/soya/>.

9. Справочник инженера-механика сельскохозяйственного производства: учеб. пособие. – М.: ФГНУ «Росинфорзагротех», 2003. – Ч. I. – 340 с.

10. Станков Н.З. Корневая система полевых культур. – М.: Колос, 1964. – 280 с.

11. Технологические операции при обработке почвы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://agroinf.com/zemledeliye/obrabotka-pochvy/tehnologicheskie-operacii-pri-obrabotke-pochvy.html>.

12. Халанский В.М., Горбачев И.В. Сельскохозяйственные машины. – М.: Колос, 2003. – 623 с.

**Бойков Василий Михайлович**, д-р техн. наук, проф. кафедры «Техническое обеспечение АПК», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, Россия.

**Старцев Сергей Викторович**, д-р техн. наук, проф. кафедры «Техническое обеспечение АПК», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, Россия.

**Воротников Игорь Леонидович**, д-р экон. наук, проф., зав. кафедрой «Проектный менеджмент и внешнеэкономическая деятельность в АПК», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, Россия.

**Нарушев Виктор Бисенгалиевич**, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Растениеводство, селекция и генетика», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, Россия.

410056, г. Саратов, ул. Советская, 60.

Тел.: (8452) 74-96-56.

**Ключевые слова:** обработка почвы; полоса; корневая система; подсолнечник; кукуруза; соя.

#### STUDY OF THE FORMATIVE PARAMETERS OF THE ROOT SYSTEM OF TILLER CROPS

**Boykov Vasily Mihaylovich**, Doctor of Technical Sciences, Professor of the chair "Processes and Agricultural Machinery in AIC", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Russia.

**Startsev Sergey Viktorovich**, Doctor of Technical Sciences, Professor of the chair "Processes and Agricultural Machinery in AIC", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Russia.

**Vorotnikov Igor Leonidovich**, Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the chair "Project Management and Foreign Economic Activity in Agro-industrial Complex", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Russia.

**Narushev Viktor Bisengalievich**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the chair "Crop Production, Selection

and Genetics", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Russia.

**Keywords:** tillage; strip; root system; sunflower; corn; soy.

**For the production of tiller crops sown using wide-row technology, strip-till or Strip-till technology is becoming more common. When developing tillage working bodies for this technology, it is necessary to specify the size parameters of the root system of the main crops: sunflower, corn and soy, cultivated in the arid conditions of the steppe zone of the South-East of Russia. As a result of the research, measurements of the parameters of the root system of tiller crops in the conditions of development in 2019 in the Left-Bank microzone of the Saratov region were carried out.**

