

The research was conducted on light-chestnut soil of "Agrofirma Chokh" of Gunibsky district on the lands of distant cattle breeding in Kizilyurtovsky district of the Republic of Dagestan in order to determine the amount of nutrient elements entering the soil with plant residues of corn and sunflower at spring plowing with and without skimmers and to reveal their influence on the yield of the subsequent crop in the rotation – corn. The research was conducted on light-chestnut soil of "Agrofirma Chokh" of Gunibsky district on the lands of distant cattle breeding in Kizilyurtovsky district of the Republic of Dagestan. Humus in arable layer contains 2.77%, P_2O_5 – 2.21, K_2O – 32.8 mg /100g of soil, density of arable layer of soil 1.24 g/cm³, the lowest water holding capacity of soil layer 0-0.6 m – 29.2%. During the research we determined the content of N, P_2O_5 , K_2O in crop and root residues of corn and sunflower, carried out phenological observations, records and analyses, determined the structure of corn yield, statistical processing of research results. The area of the accounting plot – 100 m², 4-fold repetition. Corn was sown with seeds of hybrid ROSS-299, sunflower – variety VNIIMK-8883 with seeding rate of 72 thousand seeds/ha. Fertilizers for sunflower were applied at the rate of $N_{40}P_{24}K_{74}$ under plowing, $N_{16}P_{16}K_{16}$ – when sowing with seeds, N_{34} in top dressing in the phase of 5-6 leaves when cutting furrows; for corn – $N_{40}P_{24}$ – under plowing, $N_{16}P_{16}K_{16}$ – when sowing with seeds, N_{30} – in top dressing in the phase of 3-5 leaves. Corn and sunflower were sown at the beginning of the third decade of May. Placement of corn after sunflower and plowing with plow with skimmers contributed to accumulation in the arable layer 2.5 times more plant residues than in case of its re-sowing on the same field (3.07 t/ha), which contained 6,70 t/ha N; 2,31 t P_2O_5 and 7.37 t/ha K_2O . Supply of such amount of nutrients in the soil contributed to the corresponding increase of nutrients in the arable layer, which contributed to an increase in maize grain yield compared to re-sowing it on the same field using plowing without skimmers by 1,87 t/ha (27.2%). Key words: predecessors, corn, sunflower, plowing with skimmers, weediness, crop residues, root residues, chemical composition, yield.

УДК 631.573: 631.425.2:631.51

DOI: 10.25680/S19948603.2023.135.13

ПРОФИЛЬНОЕ РАЗМЕЩЕНИЕ КОРНЕЙ – ОСНОВА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕСУРСОВ ВЛАГИ

**Ф.Г. Бакиров, д. с.-х.н., Г.В. Петрова, д. с.-х.н., В.Б. Щукин, д. с.-х.н.,
И.В. Васильев, к. с.-х.н., А.П. Долматов к. с.-х. н., В.В. Диденко,
ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет»
460014, г. Оренбург, ул. Челюскинцев, 18
E-mail: petrova_ogau@mail.ru,**

Исследования проводили с целью определения закономерностей формирования и накопления массы корней в естественных и агро- ценозах для последующего научного обоснования способов обработки почвы. Изложены результаты опыта, заложенного в 2011 г. на территории учебно-опытного поля Оренбургского ГАУ. Схема опыта: 1 – глубокое рыхление; 2 – мелкая обработка; 3 – нулевая обработка (No-till). Вариант со вспашкой взят из другого опыта. Корень яровой пшеницы изучали на четвертом поле севооборота: 1 – нут; 2 – яровая пшеница; 3 – сорго; 4 – яровая пшеница; 5 – подсолнечник; 6 – ячмень. Установлено, что вспашка и глубокое рыхление формируют рыхлый гомогенный по плотности слоев пласт, создавая благоприятные условия для развития корней. За исключением 0-5 см слоя, где масса корней составляет 5-7 % от общей массы при 34-15 % в последующих слоях почвы. На глубине 30 см образуется плужная подошва, за которой масса корней резко уменьшается – до 2,8 и 3,9 % соответственно. При мелком рыхлении плужная подошва наблюдается в слое 10-15 см. В результате у яровой пшеницы 45 % корней сосредоточено в слое 5-10 см, а у подсолнечника формируется корневая система с поверхностным размещением основной массы корней в этом же слое и отсутствием выраженного вертикального центрального корня. В естественных фитоценозах 40 % корней сосредоточено в верхнем 0-5 см слое, а далее в глубь по профилю почвы их масса плавно снижается. Такая архитектура корней у растений в степной зоне служит адаптацией к установленному режиму выпадения летних осадков и благоприятному сложению гумусового горизонта почвы. Максимально к цели, по сложению почвы и характеру размещения корней, близок No-till. Это является основой для разработки влагоэффективной обработки почвы.

Ключевые слова: профильное размещение корней, обработка почвы, плотность почвы, эффективность ресурсов влаги, No-till.

Для цитирования: Бакиров Ф.Г., Петрова Г.В., Щукин В.Б., Васильев И.В. Долматов А.П. Диденко В.В. Профильное размещение корней – основа для обработки почвы и повышения эффективности ресурсов влаги // Плодородие. – 2023. – №6. – С. 50-54. DOI: 10.25680/S19948603.2023.135.13.

Богарное земледелие во многих регионах мира страдает от нехватки воды, что сильно ограничивает урожаи пшеницы и других культур [1]. По прогнозам, дефицит воды в будущем будет увеличиваться, поскольку, климатические изменения приводят к уменьшению количества осадков и особенно увеличению эвапотранспирации [2]. В таких обстоятельствах повышение эффективности водопользования в засушливых регионах особенно актуально.

Продуктивность фитоценозов тесно связана с уровнем развития корневой системы и особенно с их профильным распределением. В естественных ценозах охват профиля

почвы корневой системой в целом определяется фито-разнообразием. Корни растений размещаются в соответствии с их биологией. Например, у мятликовых растений с мочковатой корневой системой основная масса подземных органов находится в верхней части профиля, а у цинкория со стержневой вертикально-утолщённой, проникающей в почву на глубину до 150 см, корневой системой корень равномерно распределён по профилю. Корни растений охватывают большой объём почвы, что является результатом процесса естественного отбора сформировавшегося сообщества с высокими экологической устойчивостью и продуктивностью. Хорошо известно, что

естественные растительные сообщества, независимо от их видового состава, максимально используют доступные им ресурсы [3].

Например, характерной особенностью архитектоники корней злаковых культур является развитие разветвленной плотной мочковатой системы [3]. У подсолнечника мощная стержневая корневая система, с большим количеством вторичных боковых корней, первый ярус которых находится на глубине 10-20 см, второй – 20-45, третий – 45-60 см. Они сначала располагаются почти параллельно поверхности почвы, на 30-40 см от главного корня, а затем растут вертикально вниз, достигая глубины 80 см [4].

В то же время корни растений чувствительны к условиям внешней среды. В условиях острой засухи факторы, определяющие развитие корневой системы яровой мягкой пшеницы, в зернопаровом севообороте можно ранжировать по убыванию: температура почвы – нитратный азот – влага – pH – плотность почвы – подвижный фосфор и калий [5].

В других опытах показана высокая зависимость профильного размещения корней и их массы от способов обработки почвы. Установлено, что на фоне ежегодной плоскорезной обработки на 6-8 см масса корневой системы на 53,3 % меньше, чем на вспашке [6]. Однако на южных карбонатных черноземах проникновение корней зависело не от приема и глубины основной обработки, а от увлажнения почвенного профиля [7].

Размещение корневой системы культур, например, яровой пшеницы, по горизонтам имеет зональную зависимость. На подзолистых почвах Дальнего Востока до 85 % биомассы корней сосредотачивается в слое 0-10 см. На серой лесной почве Ополья в этом слое располагается лишь 19,4-26,0 % корней от их общей массы [7].

Таким образом изменение формы и степени развития корневой системы, характера ее пространственного размещения, темпов роста, массы, и даже в некоторой степени биологического типа корня, определяется множеством взаимозависимых факторов. Однако ведущим фактором, оказывающим влияние на архитектуру корней, при относительно равных других условиях, полагаем является плотность отдельных слоев пахотного слоя, которая в свою очередь определяется способом обработки почвы. А от профильного размещения корней, как ответной реакции на плотность слоев, зависит уже результативность использования растениями ресурсов влаги, поступающей с летними осадками, а также из запасов в почве. Ведь часто причиной низкой продуктивности растений является не столько дефицит воды, сколько неэффективное её использование [8].

Однако среди ученых нет однозначного мнения, как по пластичности корневых систем, т.е. способности изменять свое строение под влиянием факторов окружающей среды, так и по силе влияния антропогенных факторов на корни. Исследования направлены в основном на определение влияния одного или нескольких факторов на изменение профильного размещения корней без рекомендаций по управлению этим процессом.

Между тем управление архитектурой корневой системы с помощью изменения плотности отдельных слоев почвы посредством адекватной обработки может стать условием высокой продуктивности агрофитоценозов.

Цель исследований – определить закономерности формирования и накопления массы корней в естественных и агроценозах для последующего научного

обоснования способов обработки почвы, гарантирующих повышение эффективности использования ресурсов влаги и урожайности культур.

Методика. Исследование проводили на учебно-опытном поле Оренбургского ГАУ, расположенном в зоне с полуаридным климатом умеренных широт Оренбургского Предуралья, со среднегодовым количеством осадков 367 мм. Почва опытного участка – чернозем южный. Содержание в слое 0-30 см: гумуса – 4,1%, легкогидролизуемого азота (N) – 8,4 мг/100 г, подвижного фосфора (P_2O_5) – 3,25, обменного калия (K_2O) – 27 и обменного кальция (CaO) – 39,0 мг/100 г почвы. Полевой эксперимент заложен в 2011 г. в четырехкратной повторности. Способы обработки почвы следующие: 1 – нулевая обработка (No-till), 2 – мелкая обработка, 3 – глубокое рыхление. Площадь делянки по обработке в повторности 2160 м² (30 м×72 м). Делянки первого порядка (блоки по способу обработки почвы) использовались для делянок второго порядка (блоки по культурам севооборота) и накладывались перпендикулярно направлению делянок первого порядка. Севооборот плодосменный, включающий 6 культур, которые чередовались в следующем порядке: 1 – нут, 2 – яровая пшеница, 3 – сорго, 4 – яровая пшеница, 5 – подсолнечник, 6 – ячмень. Размер делянок под культурами составлял 360 м² (12 м×30 м). Вариант с ежегодной отвальной обработкой вспашкой взят из другого стационарного опыта, заложенного в 1988 г., где изучают эффективность способов, приемов и 16 систем обработки почвы. Плотность устанавливали взятием известного объема почвы с помощью металлического кольца, вдавливаемого в почву, и определения массы после высушивания. Отбор проб осуществляли вне следа колес посевной и уборочной техники. Все измерения проводили в четырехкратной повторности в начале вегетации культур. Корневые образцы отбирались буром С.С. Шаина с сечением 15×15 см на глубину до 0,5 м, через 5 и 10 см, в фазе полной спелости пшеницы с последующими отмыванием корневых остатков в колонке сит, высушиванием и взвешиванием в воздушно-сухом состоянии.

Результаты и их обсуждение Исследования показали, что обработка дифференцирует пахотный горизонт на различающиеся по плотности слои. При глубокой вспашке формируется гомогенный по плотности слоев пласт, за исключением верхнего 0-10 см слоя, который рыхлее из-за дополнительных воздействий на почву во время посева (табл. 1). Отмечается резкий перепад плотности – на 0,17 г/см³ между слоями 20-30 см и последующим необработанным 30-35 см; в варианте с глубоким рыхлением плотность по слоям меняется незначительно, но она выше на 0,03-0,05 г/см³, чем на вспашке. В слое 30-35 см отмечено повышение плотности почвы на 0,06 г/см³ по сравнению с предыдущим обработанным слоем.

На мелком рыхлении перепад плотности на 0,17 г/см³ отмечен между слоями 0-10 и 10-20 см. В следующем слое плотность почвы снижается, что указывает на образовавшуюся плужную подошву в слое 10-20 см. Превышение плотности в этом слое по отношению к аналогичному слою на вспашке достигает 0,18 г/см³.

В результате восьми лет использования технологии No-till формируется уплотненный, чуть ниже верхнего критического уровня для зерновых культур, пахотный горизонт, но в отличие от других вариантов обработки, однородный по плотности слоев. Наибольшее отклонение значений плотности между слоями составляет всего

0,01 г/см³. На целине наблюдается выравненная по слоям плотность гумусового горизонта, и во всех слоях объемная масса находится в диапазоне оптимальных значений для большинства культурных растений, выращиваемых в Оренбургском Предуралье.

1. Плотность почвы в пахотном и подпахотном слоях при различных способах обработки, г/см³

Вариант опыта	Слой почвы, см				
	0-10	10-20	20-30	30-35	10-30
Вспашка	1,08	1,17	1,19	1,36	1,24
Глубокое рыхление	1,12	1,20	1,24	1,32	1,25
Мелкое рыхление	1,18	1,35	1,27	1,30	1,31
No-till (8-й год)	1,10	1,28	1,29	1,29	1,28
Естественный фитоценоз	1,19	1,24	1,26	1,27	1,26
НСР ₀₅	0,06	0,06	0,08	0,05	-

В естественных ценозах 40 % корней растений от общей их массы в 0-50 см слое почвы сосредоточено в верхнем 0-5 см слое, а в 0-10 см – 70 %. Далее в глубь по профилю их масса очень плавно снижается до 1 % (табл. 2). В агроценозах, несмотря на разные способы обработки, наблюдается очевидная схожесть в характере размещения корней яровой пшеницы. В верхнем 0-5 см слое корни практически отсутствуют, составляя лишь 5-7 % общей массы в 0-50 см горизонте.

Причем масса корней изменяется в полном соответствии с интенсивностью обработки. В последующем слое их количество одинаково резко возрастает во всех вариантах. Например, на вспашке масса корней в слое 5-10 см достигает 34 %, а в верхнем – 5 %, а на мелком рыхлении – 45 и 6 % соответственно. В пахотном горизонте ниже 10 см подземный орган пшеницы на вспашке и глубоком рыхлении по слоям распределяется со слабо

заметным уменьшением массы корней с каждым последующим слоем. В подпахотном горизонте их масса резко уменьшается: почти в 5 раз на вспашке и в 3 раза на глубоком рыхлении. На мелком рыхлении наблюдается видимое снижение массы корней уже со слоя 10-15 см. Наиболее близко к целине по характеру распределения корневой массы в почве находится вариант с No-till. Здесь основная часть корней, также как и на целине, сосредоточена в слое 0-10 см, а дальше вниз происходит плавное снижение массы от слоя к слою.

2. Профильное размещение в почве корневой системы растений по массе, т/га

Слой почвы, см	Естественный ценоз (целина)	Агроценоз (яровая пшеница) на			
		вспашке	глубоком рыхлении	мелком рыхлении	No-till (8-й год)
0-5	1,43	0,15	0,23	0,18	1,01
5-10	1,06	0,97	0,76	1,23	0,89
10-15	0,56	0,76	0,79	0,58	0,36
15-20	0,27	0,48	0,54	0,51	0,23
20-30	0,15	0,37	0,36	0,24	0,13
30-50	0,10	0,08	0,12	0,11	0,12
Всего	3,57	2,81	3,10	2,75	2,74
НСР ₀₅	0,05	0,06	0,04	0,08	0,05

В наших опытах отмечалось, что культуры в варианте с глубокой обработкой почвы с первых фаз развития опережают в росте растения вариантов с мелким рыхлением и особенно с нулевой обработкой. Во второй половине вегетации картина меняется на противоположную. Преимущество в высоте имеют растения нута на No-till. Наиболее сильное отставание в росте отмечается в варианте с глубоким рыхлением (рис. 1).

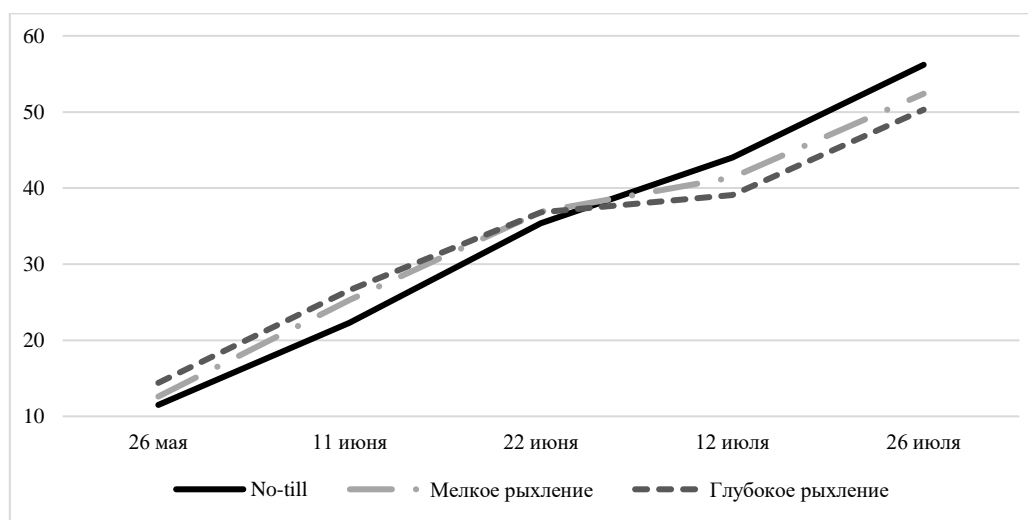


Рис. 1. Динамика высоты нута (см) при разных способах обработки почвы

Полагаем, что это можно объяснить эффективностью использования влаги летних осадков в варианте No-till. Исследованиями [9] установлено, что в естественных ценозах засушливой степи большая часть корней находится в 0-5 см слое почвы. Такой характер размещения корней обеспечивает растениям возможность использовать влагу летних осадков, которые чаще увлажняют только верхний слой почвы.

Подобная архитектура корней у растений в степной зоне является адаптацией к установленному режиму выпадения дождей. Между тем в традиционных технологиях выращивания полевых культур верхний слой почвы находится в сухом состоянии. Его рыхление и

высушивание предусмотрены технологией предпосевной подготовки, осуществляемой для сбережения влаги за счёт устранения капиллярной подпитки с нижних слоев. В сухом слое корни не образуются и влага, поступающая из летних малообъемных осадков, в основном не используется. К тому же растения лишаются возможности использовать для питания самый плодородный слой почвы.

В No-till верхняя часть почвы не подвергается обработке, за исключением участка по следу сошника. Отсутствие рыхления, а следовательно сохранение капилляров, дает возможность держать верхний слой почвы в увлажнённом состоянии, создавая условия для

образования корней. А находясь близко к поверхности усваивающие элементы корневой системы более активно используют выпавшие осадки [10].

Гомогенный по плотности слоев и рыхлый по величине объёмной массы пахотный слой, образующийся при вспашке, создает хорошие условия для развития корневой системы культуры, но только в разрыхленной плугом зоне. Исследования [11] подтверждают, что вспашка снижает плотность почвы и сопротивление проникновению корней только в зоне обработки. Образовавшаяся на глубине вспашки плужная подошва препятствует проникновению корней вглубь. В результате влага, находящаяся ниже разрыхленной почвы, плохо используется. В отсутствие значительных осадков в мае–июле иссушение верхнего слоя почвы вызывает угнетение и гибель яровой пшеницы даже при наличии достаточной влаги и элементов питания в нижележащих горизонтах [12]. Такая же ситуация, затрудняющая развитие корней, но на меньшей глубине, чем при вспашке, создается при длительном, не мене 2-3 лет, мелком

рыхлении почвы. Влияние плужной подошвы настолько сильное, что формируется корневая система, не характерная даже для растений со стержневым подземным органом (рис. 2 а).

При прекращении механического воздействия, кроме посева, пахотный горизонт в первые 5-6 лет уплотняется с нарастающим эффектом [13]. Однако в отличие от обрабатываемых почв здесь формируется сглаженная по слоям плотность, которая не препятствует проникновению подземных органов культуры вглубь, даже на 2-3-й год (рис. 2 б). Тогда как плужная подошва с такой плотностью на вспашке и мелкой обработкой становится серьезным препятствием для корней растений. Следовательно, преградой для роста корней вглубь является не столько высокая плотность, сколько резкий перепад её значений между слоями, вызванный обработкой. Это подтверждается появлением новых видов сорняков со стержневой корневой системой в варианте с длительным использованием прямого посева [12].



а



б

Рис. 2. Развитие корневой системы подсолнечника при мелкой обработке (а) и No-till третьего года использования (б)

По истечении 5-6 лет непрерывного применения прямого посева плотность пахотного слоя стабилизируется на уровне, характерном для почвы до перехода на No-till, а затем, по мере положительного изменения эдафических факторов, в частности накопления гумуса в верхнем слое, работы дождевых червей и корней растений, начинает снижаться [13]. Необходимо отметить, что уплотнение почвы происходит не только под воздействием посевной и уборочной техники, но и влиянием естественных, не до конца изученных, факторов.

Таким образом, с двух вышеизложенных позиций, наименьшие противоречия, возникающие между обработкой почвы и требованиями растений в засушливых регионах, присущи No-till. Здесь развивается корневая система, характерная для естественных ценозов засушливой степи, с преимущественным размещением основной массы корней в приповерхностных слоях и с глубоким их проникновением в толщу почвы. Однако возникает важный вопрос: могут ли в результате перехода на No-till наступить условия, при которых корневая система растений в состоянии обеспечить ожидаемый уровень урожайности? Наши исследования показывают, что в первые 4-5 лет на No-till урожайность меньше, чем в вариантах с обработкой. Это объясняется, в том числе и тем, что в первой половине вегетации надземные органы

растений на No-till нарастают медленнее, чем в других вариантах, что может быть следствием более медленного роста подземных органов культуры из-за относительно высокой плотности пахотного горизонта, создаются более трудные условия для роста и развития молодых корней, чем на глубоком и мелком рыхлении, где почва значительно рыхлее.

Кроме того, низкие урожаи большинства культур, выращиваемых в Оренбургской области, не позволяют создавать мульчу необходимой мощности, способную защищать почву от потерь влаги. В то же время, сохранение капилляров во всех слоях пахотного горизонта и отсутствие плужной подошвы обеспечивают хорошее снабжение водой растения во второй половине вегетации. Но поскольку с переходом на No-till не допускаются обработки почвы, которые нарушают складывающееся строение пахотного горизонта, характерное для естественных ценозов, и возвращают его в исходное состояние, приходится в первые годы идти на компромисс между желанием получить хороший урожай со снижением затрат и улучшением качества почвы. В дальнейшем с уменьшением плотности почвы противоречие устраняется и начинается постепенный рост урожайности культур. No-till имеет хороший потенциал для роста урожайности, так как здесь более продуктивно

используются запасы влаги, особенно летние осадки, а строение пахотного и подпахотного горизонтов имеет сглаженную по слоям плотность, что благоприятно сказывается на развитии корневой системы культур.

Заключение. Способ обработки оказывает существенное влияние на плотность отдельных слоёв почвы, а корни растений в ответ на это меняют архитектуру даже против своей биологии.

Применение технологий, отвечающих архитектонике корневой системы растений, может стать многообещающей стратегией преодоления неблагоприятных условий окружающей среды и представлять собой идеальную стратегию современного земледелия. И если исходить из того, что оптимальное профильное размещение корневой системы присуще естественным ценозам, когда эффективно используются ресурсы влаги и обеспечивается максимально возможный урожай, то предельно близко этому отвечает технология No-till.

Однако, «недобор» урожая в первые 4-5 лет, ухудшение экологической ситуации в связи с избыточным применением химических средств защиты растений, в сравнении с традиционными технологиями, а также невозможность создать мульчу необходимой мощности из-за низкой урожайности культур, становятся серьезным препятствием для расширенного применения этой технологии.

Требуется разработка альтернативной системы обработки почвы, сочетающей в себе преимущества No-till, но минимизирующей его основные недостатки и обеспечивающей развитие корней культур в соответствии с их генезисом и характером увлажнения почвы.

Литература

1. Ullah H., Santiago-Arenas R., Ferdous Z., Attia A., Datta A. (2019) Improving water use efficiency, nitrogen use efficiency, and radiation use efficiency in field crops under drought stress: A review. *Advances in Agronomy*, 156, pp. 109-157. doi.org/10.1016/bs.agron.2019.02.002.
2. Ajjur, S.B., Al-Ghamdi, S.G. Evapotranspiration and water availability response to climate change in the Middle East and North Africa. *Climatic Change* 166, 28 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10584-021-03122-z>
3. Нежинская Е.Н., Безуголова О.С. Новый способ определения корневой массы озимой пшеницы // *Известия вузов. Северо-Кавказский*

регион. Естественные науки. - 2022. - № 2. - С. 103–109. Doi: 10.18522/1026-2237-2022.

4. Марин И.В. Рекомендации для руководителей и специалистов коллективных и фермерских хозяйств ЮФО, ЦЧО и Поволжья / И.В. Марин, В.И. Марин, А.Н. Дорожкин, А.Н. Чекалкин и др. // *Российская гибридная индустрия*. – МС-Центр: Краснодар, 2010. – 151 с.

5. Медведев И.Ф., Сиренко Ф.В., Ефимова В.И., Деревягин С.С. Динамика развития корневой системы яровой пшеницы в условиях активного проявления засух и различной обеспеченности элементами питания растений // *Достижения науки и техники АПК*. – 2013. – №8. – С. 6-10.

6. Зинченко С.И., Безменко А.А., Щукин И.М., Талева Д.А. Развитие корневой системы зерновых культур в агроэкосистемах на серой лесной почве // *Достижения науки и техники АПК*. – 2013. – №4. – С. 20-21.

7. Зинченко С.И. Основы обработки черноземов. – М., 2006. – С. 203-219.

8. Bakirov F., Vasileva T. Vasilyev I. 2021 Precipitation and yield of spring wheat in the semiarid zone of Orenburg Cis-Urals. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 817 (2021) 012009 doi:10.1088/1755-1315/817/1/012009.

9. Бакиров Ф.Г., Поляков Д.Г., Васильев И.В. Накопление и сохранение влаги почвенной и соломенной мульчей в Оренбургской области // *Земледелие*. – 2022. – № 3. – С. 3-7. DOI: 10.24412/0044-3913-2022-3-3-7 EDN: EGOVVZ

10. Листопадов И.Н., Гаевая Э.А., Габунов А.Ю., Миценко А.Е. Влага и корневая система озимой пшеницы в севообороте. // *Земледелие*. – 2009. – №5. – С. 34-36.

11. Dahai Guan, Yushi Zhang, Mahdi M. Al-Kaisi, Qingyan Wang, Mingcai Zhang, Zhaohu Li. (2015) Tillage practices effect on root distribution and water use efficiency of winter wheat under rain-fed condition in the North China Plain. *Soil and Tillage Research*. Volume 146, Part B, Pages 286-295.

12. Верин А.Ю., Медведев И.Ф., Бузуева А.С. Экологические особенности развития корневых систем растительных культур при различном уровне увлажнения // *Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология*. 2020. Т. 20, Вып. 1. С. 63–68. DOI: <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2020-20-1-63-68>

13. Bakirov F., Shakhov V., Dolmatov A., Vasiliev I., Deryabin S., Kuramshin M. Effect of long-term treatment on density of calcic chernozem (aric) and crop yield in crop rotation Precipitation and yield of spring wheat in the semiarid zone of Orenburg Cis-Urals // 20th International Scientific Conference engineering for rural development, Volume 20 May 26-28, Jelgava, pp 884-890. doi:10.22616/ERDev.2021.20.TF200

14. Васильева Т.Н., Бакиров Ф.Г. Изменение видового состава сорняков в результате действия минимизации обработки почвы в агроценозах Предуралья // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. – 2019. – № 6. – С. 47–49.

PROFILE PLACEMENT OF ROOTS IS THE BASIS FOR TILLAGE AND INCREASING THE EFFICIENCY OF MOISTURE RESOURCES

F.G. Bakirov, Doctor of Agricultural Sciences, G.V. Petrova, Doctor of Agricultural Sciences, E-mail: petrova_ogau@mail.ru, V.B. Shchukin, Doctor of Agricultural Sciences, I.V. Vasiliev, Candidate of Agricultural Sciences, A.P. Dolmatov, Candidate of Agricultural Sciences, V.V. Didenko, postgraduate student Orenburg State Agrarian University 460014, Orenburg, Chelyuskintsev str., 18

The research was carried out in order to determine the patterns of formation and accumulation of root masses in natural and agro-cenoses for subsequent scientific justification of tillage methods. The material for the article was the results of the experiment laid down in 2011 on the territory of the UOP of the Orenburg State Agrarian University according to the scheme: (1) deep loosening; (2) fine processing; (3) zero processing (No-till). The plowing option is taken from another experience. The root of spring wheat was studied in the fourth field of crop rotation: (1) chickpeas; (2) spring wheat; (3) sorghum; (4) spring wheat; (5) sunflower; (6) barley. It has been established that plowing and deep loosening form a loose layer homogeneous in density of layers, creating favorable conditions for root development. With the exception of the 0-5 cm layer, where the mass of the roots is 5... 7% of the total mass, with 34-15% in subsequent layers of soil. At a depth of 30 cm, a plow sole is formed, behind which the mass of roots sharply decreases to 2.8% and 3.9%, respectively. With shallow loosening, the plow sole is marked in a layer of 10-15 cm. As a result, in spring wheat, 45% of the roots are concentrated in a layer of 5-10 cm, and in sunflower, a root system is formed with the surface placement of the bulk of the roots in the same layer and the absence of a pronounced vertical central root. In natural phytocenoses, 40% of the roots are concentrated in the upper 0-5 cm layer, and further into the depth along the soil profile, their mass gradually decreases. Such root architectonics of plants in the steppe zone is an adaptation to the established regime of summer precipitation and favorable composition of the humus horizon of the soil. As much as possible to the virgin land, according to the composition of the soil and the nature of the placement of the roots, No-till is close. This is the basis for the development of moisture-efficient tillage.

Keywords: profile placement of roots; tillage; soil density; efficiency of moisture resources; No-till.