

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИХ И АГРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ  
ПОЧВЫ НА РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ЗАЛЕЖАХ ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ

A.S. Sokolov, G.F. Sokolova

COMPARATIVE ANALYSIS OF WATER-PHYSICAL AND AGROCHEMICAL INDICES OF SOIL  
IN VOLGA DELTA FALLOWS OF VARIOUS AGES

**Соколов Артем Сергеевич** – канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр. лаб. овощных и бахчевых культур отдела селекции и семеноводства Всероссийского НИИ орошаемого овощеводства и бахчеводства – филиала Прикаспийского аграрного федерального научного центра РАН, Астраханская обл., г. Камызяк. E-mail:vniiob-100@mail.ru

**Соколова Галина Фаустовна** – канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр. отдела агротехнологий и мелиораций Всероссийского НИИ орошаемого овощеводства и бахчеводства – филиала Прикаспийского аграрного федерального научного центра РАН, Астраханская обл., г. Камызяк. E-mail:vniiob-100@mail.ru

**Sokolov Artem Sergeevich** – Cand. Agr. Sci., Senior Staff Scientist, Lab. Of Vegetable and Melon Cultures, Department of Selection and Seed Farming, All-Russia Research Institute of Irrigated Vegetable and Melon Growing – Branch of Caspian Federal Agrarian Research Center RAS, Astrakhan Region, Kamyzyak. E-mail:vniiob-100@mail.ru

**Sokolova Galina Faustovna** – Cand. Agr. Sci., Leading Staff Scientist, Dep. of Agrotechnologies and Meliorations All-Russia Research Institute of Irrigated Vegetable and Melon Growing – Branch of Caspian Federal Agrarian Research Center RAS, Astrakhan Region, Kamyzyak. E-mail:vniiob-100@mail.ru

*Цель исследований – определение агрохимических и физических изменений, происходящих на залежных землях дельты Волги, выведенных в разные годы из активного хозяйственного оборота, для установления целесообразности возврата в сельскохозяйственное производство. Объект исследований – разновозрастные залежи. В ходе проведения исследований было выявлено, что на короткой залежи (8–9-летней) значения плотности сложения почвы в верхних горизонтах были наименьшими – 1,31–1,75 т/м<sup>3</sup>. У длительной (24–25-летней) и средней (16–17-летней) залежей в верхних горизонтах отмечено уплотнение почв до 1,55–2,01 т/м<sup>3</sup>, а в нижних горизонтах – значительное разуплотнение почвы до 0,85–1,10 т/м<sup>3</sup>. В засушливых условиях дельты Волги все типы сельскохозяйственных угодий испытывали стресс из-за очень высоких летних температур воздуха и малого количества осадков. Установлена линейная корреляция ( $r=0,71$ ) между запасами почвенной влаги и количеством растений. Сравнивая запасы влаги в почве на различных залежных участках, можно отметить*

*короткую залежь как наиболее влагообеспеченную. В весенний период на короткой залежи определены наибольшие запасы почвенной влаги – 860,3 м<sup>3</sup>/га. На старовозрастных залежах в летний период естественная влажность почвы снижалась в среднем до 3,9–4,2 %, не способствуя прорастанию семян и росту растений. Выявлено повышенное содержание суммы водорастворимых солей в почве на всех залежных участках, особенно в конце жаркого лета. Залежный этап развития почвенных процессов связан с восстановлением плодородия. С возрастом залежи содержание гумуса, легкогидролизуемого азота, подвижного фосфора и обменного калия увеличивалось.*

**Ключевые слова:** залежь, водно-физические показатели, агрохимические показатели, погодные условия, анализ.

*The purpose of the research was to determine agrochemical and physical changes occurring on the fallow lands of the Volga delta, taken out of active economic turnover in different years, to establish the worthwhileness of their returning to agricultural pro-*

duction. The objects of research were fallow lands of different ages. In the course of the research conducting, it was revealed that on a short-term fallow (8–9 years old), the values of the soil compaction density in the upper level were the smallest – 1.31–1.75 t/m<sup>3</sup>. On long-term (24–25 years old) and middle-term (16–17 years old) fallow there was recorded the soil compaction up to 1.55–2.01 t/m<sup>3</sup> in the upper levels, and significant decomposition of soil up to 0.85–1.10 t/m<sup>3</sup> in the lower levels. In the water-deficient conditions of the Volga delta, all types of agricultural land were stressed due to very high summer air temperatures and low rainfall. A linear correlation ( $r=0.71$ ) was established between the soil moisture reserves and the number of plants. Comparing the moisture reserves in the soil on different fallow plots, one can note a short-term fallow as the richest in moisture. Within spring period the largest soil moisture reserves of 860.3 m<sup>3</sup>/hectare were defined on the short-term fallow lands. In old-aged fallows in the summer, the natural moisture content of the soil decreased on average to 3.9–4.2 %, discouraging seed germination and plant growth. An increased content of the amount of water-soluble salts in the soil was revealed in all fallow plots, especially at the end of hot summer. The fallow stage of the development of soil processes is associated with the restoration of soil fertility. The content of humus, easily hydrolysable nitrogen, labile phosphorus and exchangeable potassium increased in line with the age of fallow.

**Keywords:** fallow, water-physical indices, agrochemical indicators, weather conditions, analysis.

**Введение.** Приоритетной отраслью, обеспечивающей продовольственную независимость нашего государства, остается сельское хозяйство. Рост агропромышленного производства зависит от эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения [1, 4]. В Астраханской области, во «всероссийском огороде», обилие тепла, света, богатые аллювиально-луговые почвы, орошение позволяют выращивать различные сельскохозяйственные культуры не только для местного потребления, но и для отправки в северные районы страны. По состоянию на 01.01.2019, общая площадь земель сельскохозяйственного назначения на территории Астраханской области составляет 3 632 тыс. га, общая площадь сельскохозяйственных угодий – 2 978 тыс. га, из них: пашня – 277 тыс. га; сенокосы – 373 тыс. га; пастбища – 2 316 тыс. га; залежь – 7 тыс. га; многолетние насаждения – 5 тыс. га [2].

Министерство сельского хозяйства и рыбной промышленности Астраханской области разрабатывает меры по возврату в активный сельскохозяйственный оборот залежных земельных участков, которые должны стать основой для производства экологически чистой растениеводческой продукции. Использование залежных земель актуально для любой страны в мире, но важно изучить данную проблему с учетом зонально-региональных особенностей [15].

**Цель исследований.** Определение агрохимических и физических изменений, происходящих на залежных землях дельты Волги, выведенных в разные годы из хозяйственного оборота, для установления целесообразности возврата в сельскохозяйственное производство.

**Объекты и методы исследований.** Обвалованная территория экспериментального хозяйства «Опытное поле», где в 2018–2019 гг. проводились исследования, принадлежит Всероссийскому научно-исследовательскому институту орошаемого овощеводства и бахчеводства – филиалу ФГБНУ «ПАФНЦ РАН». Располагается оно в полупустынной климатической зоне с резко континентальным климатом – с очень быстрым нарастанием положительных температур весной, жарким, сухим летом, начало которого приходится на первую декаду мая, и сухой, солнечной осенью с конца сентября. Активная вегетация сельскохозяйственных культур заканчивается в первой половине октября, с приходом первых заморозков. Зима наступает во второй половине ноября с часто повторяющимися оттепелями и неустойчивым снежным покровом.

Почвы в хозяйстве – аллювиально-луговые, средне-, тяжелосуглинистые, грунтовые воды залегают на глубине 2,3–3,2 м. Так как значительная часть атмосферных осадков подвержена быстрому испарению, то их влияние на грунтовые воды невелико. Тип засоления – хлоридно-сульфатный. В 70-х годах прошлого столетия в хозяйстве была построена мелиоративная (оросительная) система с закрытым дренажем для возделывания в основном овощных и бахчевых культур с помощью различных видов дождевания (ДДА-100МА, «Фрегат»). Но начиная с конца прошлого столетия большая часть земель сельскохозяйственного назначения в хозяйстве не используется.

В качестве объекта исследований были выбраны разновозрастные залежи: короткая залежь – 8–9-летняя; средняя залежь – 16–17-летняя; длительная – 24–25-летняя, которые обследовались весной – в мае, летом – в июле, осенью – в сентябре. Следует отметить, что эти же залежные участки изучались нами ранее – в 2007–2009 гг.: 1–3-летняя; 5–7-летняя и 13–15-летняя залежь соответственно. Такая условная градация была обусловлена существенными изменениями водно-физических и агрохимических показателей почвы, видового состава сорной растительности, происходящими на различных по продолжительности залежных участках. Одновременно с изучением водно-физических и агрохимических показателей почвы на разновозрастных залежах мы анализировали и сукцессионные процессы видового состава растительности, но в статье эти данные в полном объеме не представлены.

Анализ водно-физических свойств почвы состоял из определения плотности сложения почвы ( $\text{т/м}^3$ ) – методом режущего кольца; послойно с интервалом 0,1 м до глубины 0,4 м; плотности твердой фазы почвы ( $\text{т/м}^3$ ) – пикнометрически. Расчет общей порозности по формуле:  $\varepsilon = (1 - \rho_b / \rho_s) \times 100$ , где  $\varepsilon$  – общая порозность, %;  $\rho_b$  – плотность сложения почвы,  $\text{т/м}^3$ ;  $\rho_s$  – плотность твердой фазы почвы,  $\text{т/м}^3$ . Расчет порозности аэрации при естественной влажности по формуле:  $\varepsilon_w = \varepsilon - W \times \rho_b$ , где  $\varepsilon_w$  – порозность аэрации при естественной влажности почвы, %;  $\varepsilon$  – общая порозность, %;  $W$  – естественная влажность почвы, %;  $\rho_b$  – плотность сложения почвы,  $\text{т/м}^3$ . Расчет запасов влаги при естественной влажности почвы по формуле:  $ЗВ_w = (W \times \rho_b \times 10)$ , где  $ЗВ$  – запасы влаги,  $\text{м}^3/\text{га}$ ;  $W$  – естественная влажность почвы, %;  $\rho_b$  – плотность сложения почвы,  $\text{т/м}^3$ ; 10 – коэффициент перевода в  $\text{м}^3/\text{га}$ . Почвенные образцы для проведения агрохимического анализа в отделе агротехнологий и мелиораций ВНИИООБ – филиала ФГБНУ «ПАФНЦ РАН» брались буром из пяти точек участка послойно 0–0,2 и 0,2–0,4 м.

Определяли содержание: гумуса (%) – по методу Тюрина; легкогидролизуемого азота ( $\text{мг/кг}$ ) – по Корнфилду; подвижного фосфора ( $\text{мг/кг}$ ) – по Мачигину; обменного калия ( $\text{мг/кг}$ ) – в 1% углекислотной вытяжке с последующим определением на пламенном фотометре; сумму водорастворимых солей (%) по ЦИНАО [3, 6–9].

**Результаты исследований и их обсуждение.** Зимние месяцы в годы проведения исследований были бесснежными, сухими и теплыми. Весенние и летние месяцы были нетипичными, экстремальными, отличались резкими сменами дневных и ночных температур воздуха. В 2018 г. в течение пяти месяцев – с апреля по август – отмечено полное отсутствие осадков, в 2019 г., наоборот, выпали обильные осадки, их количество превысило среднемноголетние значения в 3,6 раза в апреле и в 1,3 раза в мае.

Плотность сложения почвы является основной физической характеристикой, влияющей на водно-воздушный, тепловой режимы почвы и имеет зональный характер. На основании анализа исследований в южных регионах России выявлено, что на тяжелосуглинистых почвах с плотностью от 1,0 до 1,4  $\text{т/м}^3$  формируются благоприятные условия водного режима для роста и развития растений [5, 11]. В наших исследованиях анализ значений плотности сложения почвы на залежных землях экспериментального хозяйства показал, что на короткой залежи в верхних двух изучаемых слоях они были наименьшими – от 1,31 до 1,75  $\text{т/м}^3$ . У длительной и средней залежей отмечено свойственное им уплотнение почв в верхних слоях: 0,0–0,1 м – 1,55–1,53  $\text{т/м}^3$  и 0,1–0,2 м – 2,01–1,83  $\text{т/м}^3$ , однако уже в последующих слоях за десятилетний период (с 2009 по 2019 г.) произошло значительное разуплотнение почвы. Так, на длительной залежи плотность сложения почвы в слое 0,2–0,3 м составляла в течение периода обследования 1,07–1,10  $\text{т/м}^3$ , в последующем – 0,3–0,4 м – уже на 0,25–0,28  $\text{т/м}^3$  меньше (табл. 1).

Таблица 1

**Плотность сложения почвы на различных по длительности залежных землях  
(среднее за 2018–2019 гг.), т/м<sup>3</sup>**

Слой, м	Май			Июль			Сентябрь		
	К	С	Д	К	С	Д	К	С	Д
0,0-0,1	1,31	1,53	1,55	1,32	1,53	1,56	1,32	1,55	1,56
0,1-0,2	1,73	1,83	2,01	1,71	1,85	2,00	1,75	1,85	2,03
0,2-0,3	1,90	1,50	1,07	1,89	1,49	1,09	1,92	1,51	1,10
0,3-0,4	1,71	0,97	0,82	1,69	0,99	0,81	1,70	0,90	0,85

*Примечание.* Здесь и далее: К – короткая по времени залежь; С – средняя по времени залежь; Д – длительная по времени залежь.

Значения плотности твердой фазы почвы могут указывать на содержание в ней органического вещества, на ее структурность и порозность. Чем больше в почве содержится органических веществ, тем меньше ее плотность [3, 5]. На короткой залежи в слое 0,0–0,2 м выявлены наибольшие значения плотности твердой фазы почвы – 2,72 т/м<sup>3</sup>, на средней и длительной залежах они меньше на 0,03–0,11 т/м<sup>3</sup>.

Влага является одним из главных природных факторов, определяющих в засушливых условиях дельты Волги величину производимой органической массы. Все типы сельскохозяйственных угодий испытывают жесточайший стресс из-за очень высоких летних температур и малого коли-

чества осадков [12, 13]. Майское обследование выявило, что на средней и короткой по длительности залежам естественная влажность почвы в двух верхних слоях почвы была меньше на 1,7–4,8 % (0,0–0,1 м) и 2,3–4,8 % (0,1–0,2 м) соответственно по сравнению с длительной залежью. Очевидно, влага была израсходована на прорастание семян и дальнейший рост растений, так как нами при проведении учета видового состава флоры было установлено, что количество вегетирующих растений на короткой залежи оказалось максимальным – 694 шт/м<sup>2</sup>, что превышало аналогичный показатель на средней залежи в 1,5 раза и на длительной – в 2,0 раза (табл. 2).

Таблица 2

**Естественная влажность почвы на различных по длительности залежных землях (среднее за 2018–2019 гг.), %**

Слой, м	Май			Июль			Сентябрь		
	К	С	Д	К	С	Д	К	С	Д
0,0-0,1	8,9	12,0	13,7	3,8	3,1	2,9	6,3	5,4	5,1
0,1-0,2	12,8	15,3	17,6	5,1	2,7	2,7	7,9	5,7	5,3
0,2-0,3	13,0	13,9	11,5	7,2	4,9	4,2	9,8	7,6	7,3
0,3-0,4	16,1	10,6	6,3	7,5	6,1	5,8	10,5	8,7	8,1

В июле на длительной и средней залежах по всем исследуемым слоям зафиксирована самая низкая естественная влажность почвы – 2,7–5,8 и 2,7–6,1 % соответственно. Количество вегетирующих растений на этих залежах было меньшим в 2,0–1,6 раза по сравнению с количеством растений на короткой залежи, они не закрывали в полном объеме поверхность земли и почвенная влага из верхних горизонтов могла испаряться в больших объемах.

В сентябре на короткой залежи естественная влажность почвы была наибольшей и изменялась от верхнего к нижнему слою от 6,3 до 10,5 %. К этому времени на длительной и средней залежах масса растений, в основном за счет роста и развития корневищного многолетника – *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steudel, стала значительной и превышала на 845 и 283 г/м<sup>2</sup> соответственно массу растений на короткой залежи, поэтому влаги для вегетирующих растений

на длительных по времени залежных участках требовалась больше.

Обеспеченность растений водой определяется ее запасами в почве (рис. 1). Весной на раз-

личных по длительности залежных участках установлены наибольшие запасы почвенной влаги – в слое 0,0–0,4 м они составляли от 747,6 (длительная) до 860,3 (короткая) м<sup>3</sup>/га.

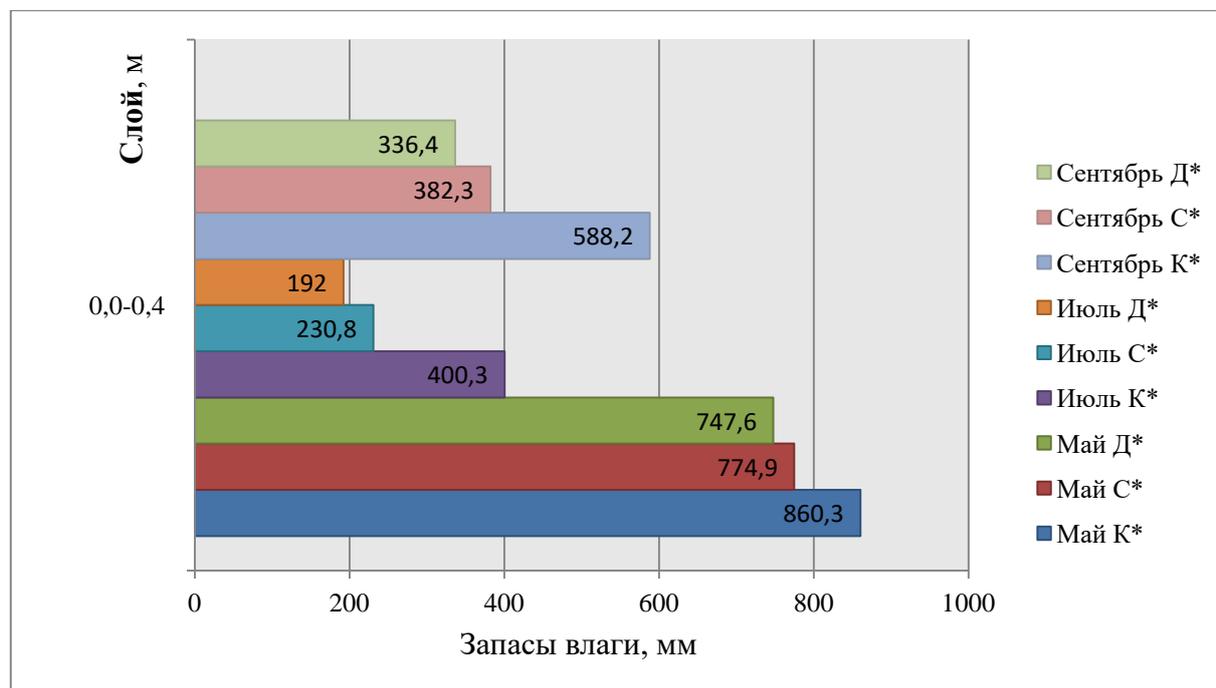


Рис. 1. Запасы влаги почвы на различных по длительности залежных землях (среднее за 2018–2019 гг.), м<sup>3</sup>/га

Для летнего периода характерны огромные расходы почвенной влаги из корнеобитаемого слоя на испарение и транспирацию, которые не компенсировались выпавшими осадками. Запасы влаги на залежных участках уменьшились в среднем в 2,0–3,8 раза. Осенью отмечено увеличение запасов влаги в 1,5–1,8 раза по сравнению с летним периодом. Сравнивая запасы влаги в почве на различных залежных участках, можно отметить короткую залежь как наиболее влагообеспеченную. Проведенный нами корреляционный анализ показал, что между запасами влаги на различных по продолжительности залежных землях и количеством вегетирующих на них растений обнаруживается тесная связь, коэффициент корреляции  $r = 0,71$ ;  $Y = 41,4 + 0,64X$ .

В нашем опыте различные по продолжительности залежные земли в целом имели неблагоприятные физические свойства, в плотных слоях

общая пористость снижалась до 22,5–43,2 %, порозность аэрации – до 14,3–3,1 %. Только в отдельных слоях установлены наилучшие показатели общей порозности – на длительной залежи в горизонтах 0,2–0,3 и 0,3–0,4 м – 58,8–69,3 %; на средней залежи – в горизонте 0,3–0,4 м – 62,6–66,2 %; на короткой залежи в горизонте 0,0–0,1 м – 51,4–51,8 %.

В дельте Волги испаряемость достигает 600–900 мм и более, то есть в 4–5 раз больше среднегодового количества осадков. Длительное отсутствие искусственного орошения превращает залежные земли в зоны, обязательным элементом которых является засоление почвы [11]. Наши исследования показали повышенное содержание суммы водорастворимых солей в почве на всех изучаемых залежных участках, особенно в конце жаркого лета (рис. 2).

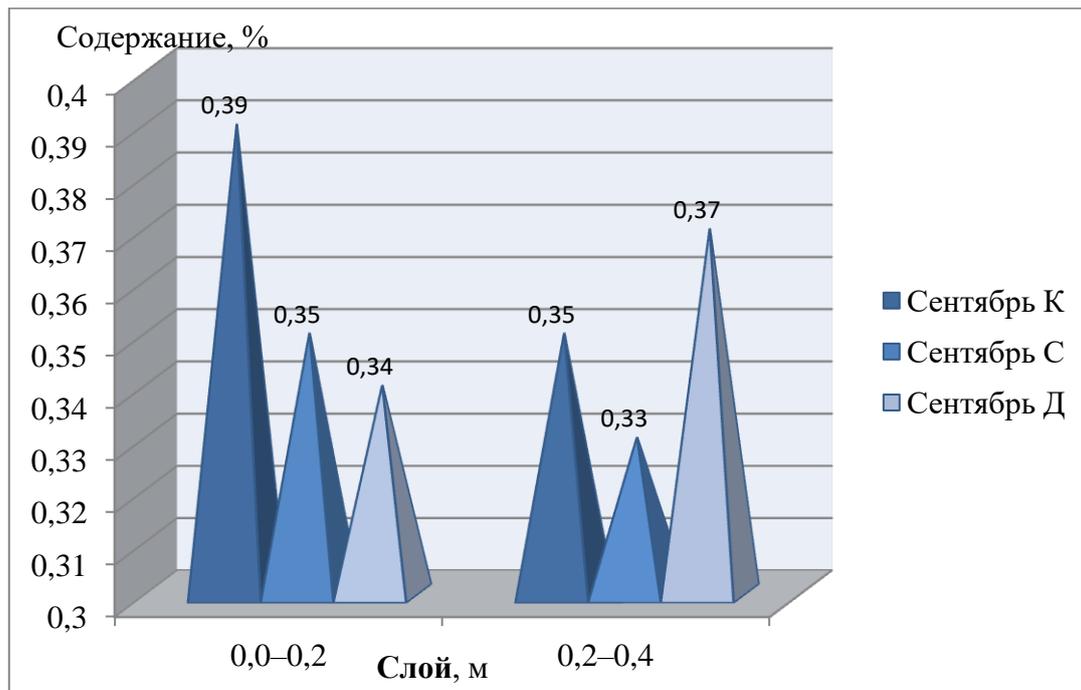


Рис. 2. Содержание суммы водорастворимых солей на различных по длительности залежных землях (сентябрь, среднее за 2018–2019 гг.), %

Для разработки мероприятий по поддержанию и повышению плодородия почв особое значение приобретает изучение динамики гумуса и основных макроэлементов [10]. Без знания точного содержания питательных элементов в почве невозможно рассчитать необходимую дозу минеральных и органических удобрений для получения стабильной урожайности сельскохозяйственных культур, возделываемых на освоенных залежных землях [14]. Гумус – важнейший показате

ль плодородия почвы. Основным источником поступления органического вещества в почву являются растения. Как уже было отмечено ранее, на длительной залежи за счет ежегодной значительной растительной массы, поступающей в почву, произошло накопление органических остатков, и содержание гумуса в слое 0,0–0,2 м было более значительное – 2,42 %, что больше на 0,02–0,05 % его содержания в почве на средних и коротких залежных участках (рис. 3).

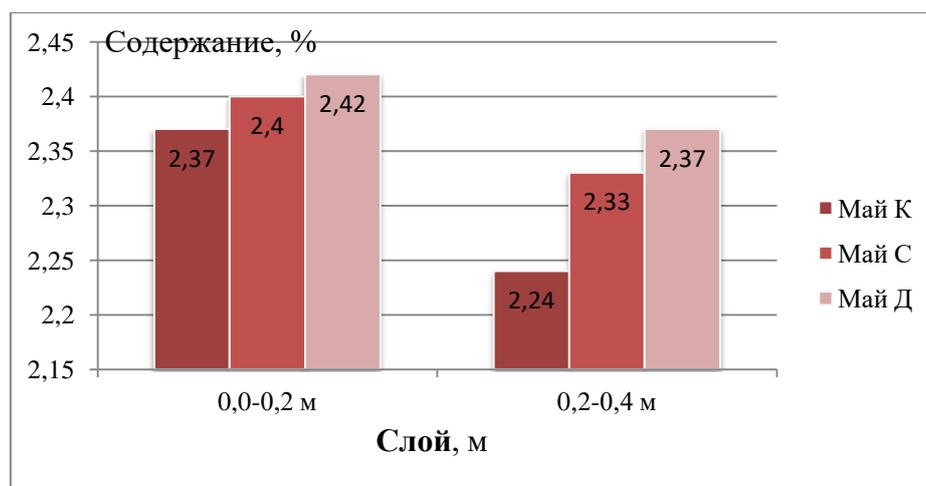


Рис. 3. Содержание гумуса на различных по продолжительности залежных землях (май, среднее за 2018–2019 гг.), %

Содержание легкогидролизуемого азота на средней и длительной залежах превышало на 4,7–7,6 мг/кг (при весеннем обследовании) и на 8,2–11,3 мг/кг (при осеннем обследовании) его содержание на короткой залежи. Наименьшее накопление подвижного фосфора (80,6–86,2 мг/кг) и обменного калия (276,3–294,5 мг/кг) произошло на короткой по длительности залежи.

На средней и длительной залежах в весенний период содержание фосфора в верхнем горизонте увеличилось на 5,8–9,4 % и более заметно в осенний период – на 19,5–13,1 % по сравнению с короткой залежью. Разница по обеспеченности почвы обменным калием между различными залежами была менее выражена (табл. 3).

Таблица 3

**Содержание подвижного фосфора и обменного калия на различных по продолжительности залежных землях (среднее за 2018–2019 гг.), мг/кг**

Слой, м	Май			Сентябрь		
	К	С	Д	К	С	Д
0,0–0,2	<u>80,6</u> 276,3	<u>85,3</u> 281,2	<u>88,2</u> 283,6	<u>86,2</u> 294,5	<u>94,4</u> 300,9	<u>97,5</u> 304,3
0,2–0,4	<u>75,3</u> 261,8	<u>81,2</u> 264,7	<u>83,6</u> 266,3	<u>80,4</u> 282,6	<u>88,1</u> 286,5	<u>93,4</u> 288,2

Примечание: числитель – содержание подвижного фосфора; знаменатель – содержание обменного калия.

В целом почвы различных залежных участков характеризовались средним содержанием легкогидролизуемого азота, подвижного фосфора и низким обменного калия.

**Выводы.** В экспериментальном хозяйстве «Опытное поле» для получения высоких и стабильных урожаев планируемых для возделывания овощебахчевых кормовых культур на различных по длительности залежных землях необходимо в период их освоения разуплотнить корнеобитаемый слой. Следует отметить, что на старовозрастных залежах происходит процесс восстановления плодородия, который выражается в увеличении содержания в почве основного его элемента – гумуса и доступных подвижных форм азота, фосфора и калия. Существующие проблемы плодородия почв, несущих следы деградации, можно исправить при внесении минеральных удобрений.

**Литература**

1. Волошин Е.И., Ивченко В.К., Пикулин Ю.К. Мониторинг содержания тяжелых металлов и фтора в почвах сельскохозяйственных угодий учхоза «Миндерлинское» // Вестник КрасГАУ. 2020. № 5. С.10–16.
2. Земли сельхозназначения. URL: <https://msh.astrobl.ru/section/zemli-selhoznaznacheniya> (дата обращения: 2019.17.10).
3. Козлова А.А. Учебная практика по физике почв: учеб.-метод. пособие. Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2009. 81 с.
4. Обеспечение продовольственной безопасности в субъектах Российской Федерации как фактор обеспечения национальной безопасности // Аналитический вестник. 2016. № 4 (643). 351 с.
5. Овчинников А.С., Плескачев Ю.Н., Гурова О.Н. Эволюция систем обработки почвы Нижнего Поволжья: монография. Волгоград: Волгоградская ГСХА, 2011. 224 с.
6. Почвы. Определение гумуса по методу Тюрина в модификации ЦИНАО. ГОСТ 20213-84. М., 1984.
7. Почвы. Определение легкогидролизуемого азота по Корфилду. Методические указания по определению щелочно-гидролизуемого азота в почве по Корфилду. М., 1985.
8. Почвы. Определение подвижных форм фосфора и калия по методике Мачигина в модификации ЦИНАО. ГОСТ 26225-84. М., 1984.
9. Почвы. Определение химического состава водных вытяжек и состава грунтовых вод для засоленных почв. ОСТ 46-52-76. М., 1976.
10. Рублюк М.В., Иванов Д.А. Мониторинг агрохимических свойств в дерново-подзолистой

- почвы мелиорированных агроландшафтов // Плодородие. 2019. № 2. С. 28–31.
11. Соколова Г.Ф., Соколов С.Д., Соколова А.С. Эффективные технологии рекультивации залежных мелиорированных земель: монография. LAMBERT Academic Publishing, 2014. 76 с.
  12. Sokolov A., Sokolova G., Bairambekov S., Boeva T. Change in species composition of vegetation on various-aged set-aside lands of the Volga Delta, E3S Web of Conferences, Vol.164, 07015 (2020).
  13. Судницын И.И., Смагин А.В., Садовников Н.Б. [и др.]. Закономерности поглощения почвенной влаги растениями: монография. М.: МАКС Пресс, 2017. 108 с.
  14. Ульянова О.А., Демьяненко Т.Н., Коновалов Н.С. [и др.]. Оценка гумусового состояния аллювиальной темногумусовой почвы при применении вермикомпоста // Вестник КрасГАУ. 2020. № 2. С. 4–10.
  15. Чебоचाков Е.Я., Муртаев В.Н. Эффективность почвозащитной системы земледелия в условиях освоения залежных земель в Приенисейской Сибири // Вестник КрасГАУ. 2020. № 4. С. 66–73.
  5. Ovchinnikov A.S., Pleskachev Ju.N., Gurova O.N. Jevoljucija sistem obrabotki pochvy Nizhnego Povolzh'ja: monografija. Volgograd: Volgogradskaja GSHA, 2011. 224 s.
  6. Pochvy. Opredelenie gumusa po metodu Tjurina v modifikacii CINAО. GOST 20213-84. M., 1984.
  7. Pochvy. Opredelenie legkogidrolizuemogo azota po Korfildu. Metodicheskie ukazanija po opredeleniju shhelочно-gidrolizuemogo azota v pochve po Korfildu. M., 1985.
  8. Pochvy. Opredelenie podvizhnyh form fosfora i kalija po metodike Machigina v modifikacii CINAО. GOST 26225-84. M., 1984.
  9. Pochvy. Opredelenie himicheskogo sostava vodnyh vytjazhek i sostava gruntovyh vod dlja zasolennyh pochv. OST 46-52-76. M., 1976.
  10. Rubljuk M.V., Ivanov D.A. Monitoring agrohimičeskikh svojstv v dernovo-podzolistoj pochvy meliorirovannyh agrolandshaftov // Plodородие. 2019. № 2. С. 28–31.
  11. Sokolova G.F., Sokolov S.D., Sokolova A.S. Jеffektivnye tehnologii rekul'tivacii zaleznyh meliorirovannyh zemel': monografija. LAMBERT Academic Publishing, 2014. 76 s.
  12. Sokolov A., Sokolova G., Bairambekov S., Boeva T. Change in species composition of vegetation on various-aged set-aside lands of the Volga Delta, E3S Web of Conferences, Vol.164, 07015 (2020).
  13. Sudnicyn I.I., Smagin A.V., Sadovnikov N.B. [I dr.]. Zakonomernosti pogloshhenija pochvennoj vlagi rastenijami: monografija. M.: MAKS Press, 2017. 108 s.
  14. Ul'janova O.A., Dem'janenko T.N., Konovалov N.S. [i dr.]. Ocenka gumusovogo sostojanija alljuvial'noj temnogumusovoj pochvy pri primenenii vermikomposta // Vestnik KrasGAU. 2020. № 2. S. 4–10.
  15. Chebochakov E.Ja., Murtaev V.N. Jеffektivnost' pochvozashhitnoj sistemy zemledelija v uslovijah osvoenija zaleznyh zemel' v Prienisejskoj Sibiri // Vestnik KrasGAU. 2020. № 4. S. 66–73.

#### Literatura

1. Voloshin E.I., Ivchenko V.K., Pikulin Ju.K. Monitoring sodержanija tjazhelyh metallov i flora v pochvah sel'skohozjajstvennyh ugodij uchhoza «Minderlinskoe» // Vestnik KrasGAU. 2020. № 5. S.10–16.
2. Zemli sel'hoznaznachenija. URL: <https://msh.astrobl.ru/section/zemli-selhoznaznacheniya> (data obrashhenija: 2019.17.10).
3. Kozlova A.A. Učebnaja praktika po fizike pochv: učeb.-metod. posobie. Irkutsk: Izd-vo Irkut. gos. un-ta, 2009. 81 s.
4. Obespečenie prodovol'stvennoj bezopasnosti v sub'ektah Rossijskoj Federacii kak faktor obespečenija nacional'noj bezopasnosti // Analitičeskij vestnik. 2016. № 4 (643). 351 s.