

busy couple, it is possible to get a high yield of hay and sideral biomass. The yellow clover culture is capable of accumulating up to 150 kg/ha of nitrogen in arid steppe conditions, which is confirmed by the data we obtained during six years of research. Yellow clover as a siderate provides a positive balance of humus, enriches the soil with biological nitrogen up to 232 kg, phosphorus up to 140 kg per 1 ha. Upon receipt of additional feed products in the form of a green mass of Sudanese grass (11.4 t/ha) and bottom hay (7.50 t/ha), the productivity of crop rotation with soil-protective and occupied bottom hay in pairs increases to 8.1 and 7.1 thousand fodder units, respectively. In the soil-protective and occupied by the domnik, the precipitation of the autumn-winter-spring periods is well absorbed by the soil in pairs. The most effective absorption of moisture (128%) is noted in the sideral steam. In six-field crop rotations with steam occupied by the bottom layer, the humus content increases by 0.35% compared to the initial one. The results of the research are of scientific and practical importance in the field of agriculture, crop production.

Keywords: sideral steam, soil fertility, humus, productivity, crop rotation, macronutrients, intermediate culture.

УДК: 633.491

DOI: 10.25680/S19948603.2022.128.05

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА КУЛЬТУР СЕВОБОРОТА НА СТРУКТУРНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЫ

*А.А. Новиков, к.с.-х.н., О.П. Комарова, к. с.-х.н.,
Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия
ул. Тимирязева, 9, Волгоград, 400002, Российская Федерация
e-mail: koshkarova_ts@vniioz.ru*

В условиях тяжелых почв юга России картофель предъявляет особые требования к почвенным условиям. Лучшие всего он растет и дает высокий урожай клубней хорошего качества на достаточно аэрированной, способной к крошению и легко прогреваемой почве. Важным условием успешного возделывания картофеля являются наличие плодородной рыхлой почвы и соответствующая биологическим особенностям растения тепло- и влагообеспеченность. При орошении обычно наблюдаются разрушение почвенных агрегатов и уплотнение верхнего слоя почвы, что оказывает отрицательное влияние на рост и развитие растений. Основными способами сохранения водно-физических свойств почвы в оптимальных границах являются восполнение органического вещества в почве путём внесения навоза, заделки в почву пожнивных остатков и применения посевов сидеральных культур, а также использование техники и технологий, позволяющих поддерживать почву в рыхлом состоянии.

Для возделывания картофеля особенно пригодны суглинистые почвы и песчаные суглинки. На более тяжелых суглинках и глинистых почвах необходима обработка почвы для создания рыхлого слоя. Для улучшения структуры эти почвы требуют внесения больших количеств органических удобрений и интенсивной обработки [4].

Известно, что различные способы обработки почвы под сельскохозяйственные культуры, в частности под картофель, оказывают значительное регулирующее воздействие на водно-физические свойства [8].

Цель исследований – изучить и подобрать предшественники картофеля и звенья севооборотов, способствующие максимальному снижению негативного воздействия орошения на структурное состояние чернозема южного для создания благоприятных условий более полного использования орошаемыми агробиоценозами агроклиматического потенциала для формирования высокой урожайности картофеля весеннего и летнего сроков посадки.

Ключевые слова: севооборот, картофель, орошение, предшественник, почвы, агрегатный состав, черноземы обыкновенные, влажность почвы, температура почвы, урожайность.

Для цитирования: Новиков А.А., Комарова О.П. Влияние состава культур севооборота на структурное состояние почвы// Плодородие. – 2022. – №5. – С. 20-23. DOI: 10.25680/S19948603.2022.128.05.

Важными факторами определения места картофеля в севообороте являются структура почвы, обеспеченность ее водой и питательными веществами, фитосанитарное состояние, а также использование картофеля в качестве предшественника для других культур [14].

Исходя из этого, для введения картофеля в севооборот необходимо достаточное обеспечение почвы органическим веществом. Для этого в севообороты включают многолетние травы (клевер, люцерна) или промежуточные культуры (рапс, редька, горох и др.) на сидераты после зерновых предшественников. Поля картофеля должны быть свободными от сорняков и возбудителей болезней и вредителей. С этой целью в севооборот включают, например, сидеральные культуры, а также не размещают картофель после люцерны из-за наличия большого количества личинок проволочников и др. [7].

Цель исследований – изучить и подобрать предшественники картофеля и звенья севооборотов, способст-

вующие максимальному снижению негативного воздействия орошения на структурное состояние чернозема южного для создания благоприятных условий более полного использования орошаемыми агробиоценозами агроклиматического потенциала для формирования высокой урожайности картофеля весеннего и летнего сроков посадки.

В качестве предшественников для них использовали сою, озимую пшеницу и промежуточные посевы горчицы сарептской перед картофелем весеннего и летнего сроков посадки [13].

Методика. Исследования проводили в ООО «Маяк» Семикаракорского района Ростовской области в течение трех лет (2011-2013 г.). Землепользование ООО «Маяк» расположено в центральной части орошаемой зоны. Климат умеренно континентальный, среднегодовая температура воздуха 8,0-8,5⁰С, сумма среднесуточных температур воздуха 3200-3400⁰С.

Среднегодовая сумма осадков 413 мм, в т.ч. за тёплый период выпадает 240-260 мм, ГТК = 0,5-0,6. Почва опытного участка в ООО «Маяк» представлена чернозёмом южным карбонатным малогумусным среднемогучным тяжелосуглинистым, сформировавшимся на лессовидных суглинках [3]. Предшественником всех звеньев севооборота в 2010 г. была озимая пшеница по обороту пласта многолетних трав. Схема опыта приведена далее.

№ звена (вариант)	Культуры в звене севооборота
1	Озимая пшеница. Картофель весенней посадки. Лук.
2	Озимая пшеница + горчица на сидераты. Картофель весенней посадки. Лук.
3	Озимая пшеница + горчица на сидераты. Горчица весеннего посева на сидераты + картофель летней посадки. Лук.
4	Озимая пшеница + горчица на сидераты. Лук. Картофель весенней посадки
5	Соя. Картофель весенней посадки. Лук
6	Соя. Горчица весеннего посева на сидераты + картофель летней посадки. Лук

Возделывание картофеля и других культур осуществлялось по технологии, рекомендованной зональными системами земледелия. За контроль принят вариант 1 (звено севооборота № 1). Полив проводили дождеванием ДМ типа ДДА-100ВХ. Повторность опыта трёхкратная, размер делянки 550 м² (50 × 110 м), учётная площадь 225 м².

При проведении исследований отбирали пробы почвы и анализировали структурно-агрегатный состав и водопрочность [5]. Отбор почвенных образцов для анализа в слое 0-0,3 м, по горизонтам 0-0,10 м, 0,11-0,20 и 0,21-0,30 м проводили на типичных орошаемых участках в весенний период, перед посадкой картофеля в начале изучения звеньев севооборота весной 2011 г. и по окончании ротации звена севооборота весной 2014 г. при наступлении физической спелости почвы в соответствии с ГОСТ 28168-89 и указаниями Госкомгидромета.

Для определения структурного состояния и водопрочности агрегатов почвы до и после ротации звеньев севооборота проводили анализы почвы методом сухого и мокрого просеивания по Н. И. Саввинову, фактическую влажность пахотного слоя почвы определяли термостатно-весовым методом по ГОСТ 28268-89.

Коэффициент структурности южных черноземов определяли отношением содержания агрономически ценных агрегатов (0,25-10 мм) к сумме фракций более 10 и менее 0,25 мм, а коэффициент водопрочности – отношением содержания ценных агрегатов (0,5-7 мм) к суммарному содержанию фракций более 7 и менее 0,5 мм.

При весеннем сроке посадки высаживали районированный в Ростовской области поздний сорт картофеля Ласунак белорусской селекции с периодом вегетации на богаре от всходов до созревания 110-120 сут, а при орошении вегетационный период увеличивался ещё на 7-10 сут. При летних сроках посадки высаживали раннеспелый сорт Колетте с периодом вегетации от всходов до технологической спелости в условиях орошения 80-85 сут [6, 12].

Результаты и их обсуждение. Агрегатный состав чернозёма южного, на котором проводили исследования, имеет высокий коэффициент структурности, ус-

реднённые данные по горизонту 0,0-0,3 м приведены в таблице 1.

1. Изменение агрегатного состава почвы (сухое просеивание) за 3 года ротации звеньев севооборотов

№ звена	Год	Размер агрегатов, мм			Коэффициент структурности (K _{стр})
		> 10	10,00-0,25	< 0,25	
1	2011	19,67	74,48	5,85	2,92
	2014	21,00	74,37	4,62	2,90
	± Δ	1,33	-0,11	-1,22	-0,02
2	2011	19,89	74,58	5,53	2,93
	2014	20,07	73,97	5,96	2,84
	± Δ	0,18	-0,61	0,43	-0,09
3	2011	21,04	73,90	5,06	2,83
	2014	19,79	75,21	5,00	3,03
	± Δ	-1,25	1,31	-0,06	0,20
4	2011	20,02	74,67	5,31	2,95
	2014	20,00	74,62	5,38	2,94
	± Δ	-0,02	-0,05	0,08	-0,01
5	2011	19,69	74,50	5,81	2,92
	2014	20,46	74,52	5,02	2,92
	± Δ	0,77	0,02	-0,79	0,00
6	2011	20,38	74,92	4,70	2,99
	2014	19,94	74,74	5,32	2,96
	± Δ	-0,45	-0,18	0,62	-0,03

Содержание агрономически ценных агрегатов размером 10,00-0,25 мм составляло по звеньям от 73,97 (второе звено) до 75,21 % (третье звено). Показатель коэффициента структурности более 1,5, что характеризует почву как с хорошей и отличной структурой. За ротацию звеньев севооборота произошли незначительные изменения, которые не оказали существенного влияния на агрономически ценные агрегаты [2].

Баланс изменения агрегатов за 3 года показывает, что промежуточные посевы горчицы сарептской способствовали увеличению количества агрономически ценных агрегатов размером 10,00-0,25 мм в третьем звене на 1,31 % (в относительных величинах) и одновременно уменьшению количества агрегатов размером > 10 мм на 1,25 % и менее < 0,25 мм на 0,06 % [9].

Наличие водопрочных агрегатов в почве особенно важно при орошении, когда дождевые капли и длительное время пребывания почвы в увлажнённом состоянии способны разрушить её структуру. Почвы заплывают, уплотняются и ухудшаются условия роста и развития растений [11, 15]. Исследование водопрочных агрегатов проводили в те же сроки, что и агрегатного состава. Коэффициент водопрочных агрегатов (K_{вдр}) во всех вариантах выше 2,5, что характеризовало агрегаты почвы по водопрочности как хорошие и отличные (табл. 2).

В звеньях, где в промежуточных посевах высевали горчицу на сидераты, наблюдалось увеличение количества агрономически ценных водопрочных агрегатов размером 7,00-0,25 мм и коэффициента водопрочности. Балансовые расчёты показали, что в большей степени эти показатели увеличились в третьем звене, где горчицу в промежуточных посевах высевали дважды: в 2011 г. пожнивно после озимой пшеницы и весной 2012 г. перед летней посадкой картофеля [1]. Содержание водопрочных агрегатов размером 7,00-0,25 мм увеличилось в третьем звене на 4,23 % и одновременно уменьшилось содержание агрегатов < 0,25 мм на 4,22 %. Можно заключить что, этому способствовала органическая масса сидератов, заделанная в почву [10].

2. Содержание водопрочных агрегатов почвы (мокрое просеивание) за 3 года ротации звеньев севооборотов (весна 2011 г. – весна 2014 г.)

№ звена	Год	Размер агрегатов, мм			Коэффициент водопропрочности ($K_{\text{впр}}$)
		> 7	7,00-0,25	< 0,25	
1	2011	2,29	75,19	22,53	3,03
	2013	2,26	74,86	22,88	2,98
	$\pm \Delta$	-0,03	-0,32	0,35	-0,05
2	2011	2,28	74,58	23,14	2,93
	2013	2,30	76,65	21,05	3,28
	$\pm \Delta$	0,02	2,07	-2,09	0,35
3	2011	2,35	76,48	21,17	3,25
	2013	2,33	80,71	16,96	4,18
	$\pm \Delta$	-0,02	4,23	-4,22	0,93
4	2011	2,52	75,54	21,93	3,09
	2013	2,52	76,30	21,18	3,22
	$\pm \Delta$	0,00	0,76	-0,76	0,13
5	2011	2,35	75,43	22,22	3,07
	2013	2,28	75,47	22,25	3,08
	$\pm \Delta$	-0,07	0,04	0,03	0,01
6	2011	2,39	75,05	22,56	3,01
	2013	2,17	76,22	21,61	3,21
	$\pm \Delta$	-0,22	1,17	-0,95	0,20

Кроме улучшения физических свойств, в почву поступали питательные вещества, в том числе азот, фосфор и калий, содержащиеся в растительных остатках основных и сидеральных культур, возделываемых в звеньях севооборотов. Больше всего элементов питания растений за ротацию звеньев севооборотов поступало в почву в четвертом звене, в котором дважды высевали и заделывали растительную массу сидеральной горчицы сарептской – 1178 кг/га азота, 137 фосфора и 889 кг/га калия (рис.).

На фоне применения под все культуры звеньев севооборотов рекомендуемых научными учреждениями доз минеральных удобрений, поступающие в почву элементы минерального питания оказывают существенное влияние на их содержание в почве. При одинаковом во всех звеньях содержании в слое почвы 0,0–0,4 м перед закладкой опыта 27,9–28,4 мг/кг подвижного фосфора, в течение ротации в 1-м и 6-м звеньях севооборотов, в которых не высевали сидеральную горчицу сарептскую, произошло хоть математически и не доказуемое, снижение концентрации этого элемента до 27,4 и 27,3 мг/кг почвы соответственно.

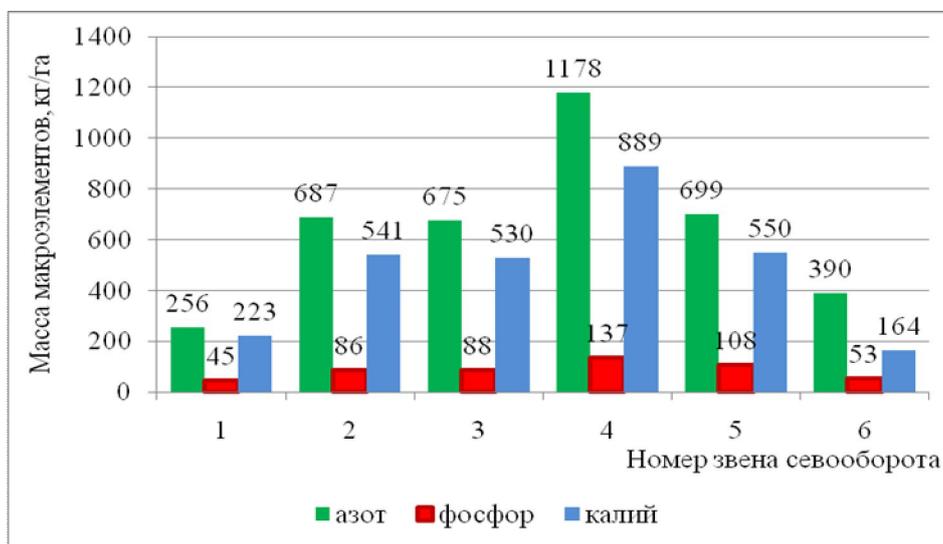


Рис. Поступление питательных веществ в почву с растительными остатками (среднее за 2011–2013 г.)

По мнению В.М. Семёнова и Б.М. Когута (2015), быстрое увеличение содержания и валовых запасов органического вещества в почве возможно и наблюдается при существенном увеличении его поступления в почву.

Выводы. Установлено, что промежуточные посевы горчицы сарептской в качестве сидеральной культуры способствовали увеличению количества агрономически ценных агрегатов размером 10,00-0,25 мм на 1,31 % (в относительных величинах) и одновременно уменьшению количества агрегатов > 10 мм на 1,25 % и агрегатов менее <0,25 мм на 0,06 %.

Количество агрономически ценных водопрочных агрегатов в большей степени увеличилось в звене севооборота, где горчицу на сидераты в промежуточных посевах высевали дважды: пожнивно после озимой пшеницы и весной перед летней посадкой картофеля. Содержание водопрочных агрегатов размером 7,00-0,25 мм увеличилось в третьем звене на 4,23 %, и одновременно уменьшилось количество агрегатов менее 0,25 мм на 4,22 %. Улучшению агрофизических свойств почвы способствовала, видимо, органическая масса сидератов, заделанная в почву.

Коэффициент структурности чернозёма южного при проведении опытов составлял более 1,5, что характеризовало почву как с хорошей и отличной структурой.

Литература

1. Борисенко И. Б., Пындак В. И., Новиков А. Е. Развитие чизельных почвообрабатывающих орудий и их теоретическое обоснование // Машинно-технологическая станция. – 2012. – № 3. – С. 16–20.
2. Ильинская И. Н., Сафонова И. В., Батишев В.И. Сравнительная оценка агрофизических свойств почв центральной орошаемой зоны Ростовской области // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2012. – № 2. – С. 50–59.
3. Кружилин И. П., Мушинский А. А., Несват А. П. Совершенствование основных агроприёмов возделывания картофеля при орошении в степной зоне Южного Урала // Аграрная Россия. – 2012. – № 5. – С. 2–5.
4. Кулыгин В. А. Способы основной обработки почвы при возделывании картофеля на орошении // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2014. – № 3. – С. 16–26.
5. Новиков А. А. Содержание гумуса и питательных веществ в почве в зависимости от предшественников картофеля в севообороте // Плодородие. – 2020. – № 2. – С. 53–56.
6. Amer K. H., Samak A. A., Hatfield J. L. Effect of irrigation method and non-uniformity of irrigation on potato performance and quality / Journal of Water Resource and Protection. – 2016. – Vol. 08 (03). – P. 277–292.

7. *Boydston R. A.* Managing weeds in potato rotations without herbicides // American journal of potato research. – 2010. – Vol. 87. No. 5. – P. 420–427.

8. *Doubenok, N.N.* Processing of specific growth of various potato varieties under drip irrigation in Lower Volga region / Dubenok N.N., Melikhov V.V., Novikov, D.A. Bolotin D.A. Vasilyuk D.I. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 624, International Conference on World Technological Trends in Agribusiness 4-5 July 2020, Omsk City, Western Siberia, Russian Federation. Number of article 012014.

9. *Drakopoulos D., Scholberg J.M.S., Lantinga E.A.* Influence of reduced tillage and fertilisation regime on soil quality indicators in an organic potato production system // Biological Agriculture & Horticulture. – 2018. – T. 34. Issue 2. Pp. 132-140.

10. *E. Wszelaczynska J., Poberezy J., Janowiak J.* Effect of organic and nitrogen fertilization on selected components in potato tubers grown in a

simplified crop rotation / Journal of elementology. – 2014. – Vol. 19. No. 4. P. 1153–1165.

11. *Liu E.Y., Li S., Lantz V.* Impacts of Crop Rotation and Tillage Practices on Potato Yield and Farm Revenue / Agronomy Journal. – 2019. – Vol. 111. No. 4. – P. 1838–1848.

12. *Rusu T., Gus P., Bogdan I.* Implications of minimum tillage systems on sustainability of agricultural production and soil conservation / Journal of Food, Agriculture and Environment. – 2009. – Vol. 7. No. 2. – P. 335–338.

13. *King B. A., Stark J. C., Wall R. W.* Comparison of site-specific and conventional uniform irrigation management for potatoes / Applied Engineering in Agriculture. – 2006. – Vol. 22. No. 5. – P. 677–688.

14. *Liu E.Y., Li S., Lantz V., Olale E.* Impacts of Crop Rotation and Tillage Practices on Potato Yield and Farm Revenue / Agronomy Journal. – 2019. – T. 111. Issue 4. – Pp. 1838-1848.

15. *Pawar D. D., Dingre S.* Water production functions for potato (*Solanum tuberosum*) under different irrigation methods / Indian Journal of Agricultural Sciences. – 2014. – Vol. 84 (2). – P. 261–266.

THE INFLUENCE OF THE COMPOSITION OF CROPS IN THE LINKS OF CROP ROTATION ON THE STRUCTURAL STATE OF THE SOIL

A. A. Novikov, Deputy Director, Candidate of Agricultural Sciences, O.P. Komarova, All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture, ul. Timiryazeva, 9, Volgograd, 400002, Russian Federation

*In conditions of heavy soils in the south of Russia, potatoes (*Solanum tuberosum*) make special demands on soil conditions. Grows best and yields high yields of good quality tubers in well aerated, loose, crumbling and easily warmed soil. An important condition for the successful cultivation of potatoes is the presence of fertile and loose soil and the heat and moisture supply that meets the environmental requirements of the plant. During irrigation, soil aggregates are usually destroyed and the topsoil is compacted, which has a negative effect on plant growth and development. The main way to preserve the water-physical properties of the soil within optimal limits is to replenish organic matter in the soil by introducing manure, incorporating crop residues into the soil and using green manure crops, as well as using equipment and technologies that allow maintaining the soil in a loose state.*

Loamy soils and sandy loams are especially suitable for potato cultivation. On heavier loams and clay soils, it is necessary to provide tillage to create a loose soil layer. To improve the structure, these soils require the application of large amounts of organic fertilizers and intensive cultivation.

It is well known that various methods of soil cultivation for agricultural crops, in particular for potatoes, have a significant regulatory effect on water-physical properties [1–4]. The aim of the research was to study and select potato precursors and crop rotation links that contribute to the maximum reduction of the negative impact of irrigation on the structural state of the southern chernozem in order to create favorable conditions for a more complete use of the agro-climatic potential by irrigated agrobiocenoses for the formation of high potato yields in the spring and summer planting periods.

*Key words: crop rotation, potatoes (*Solanum tuberosum*), irrigation, predecessor, soils, aggregate composition, ordinary chernozems, soil moisture, soil temperature, productivity.*

УДК 631.8:631.85

DOI: 10.25680/S19948603.2022.128.06

ВЛИЯНИЕ ФОСФОРИТНОЙ МУКИ НА АГРОХИМИЧЕСКУЮ ХАРАКТЕРИСТИКУ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО И УРОЖАЙНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАЕМЫХ КУЛЬТУР

К.Р. Гарафутдинова, Г.Ф. Рахманова, к.с.-х.н., Р.Р. Маснавиева, Татарский НИИ агрохимии и почвоведения – обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН Россия, 420059, г. Казань, ул. Оренбургский тракт, 20 А

E-mail: amiliamilka24@gmail.com

Работа выполнена в рамках Государственного задания № FMEG-2021-0003, регистрационный номер 121021600147-1.

Представлены результаты шестилетних полевых исследований по внесению фосфоритной муки в дозах 4 и 6 т/га под различные сельскохозяйственные культуры на черноземе выщелоченном. Выявлено положительное влияние сыромолотых фосфоритов на агрохимическую характеристику почвы: водородный показатель улучшился на 0,1-0,7 ед., гидролитическая кислотность – на 0,8-1,3 мг-экв/100 г почвы по сравнению с контролем. Содержание фосфора в разные годы было выше контрольных значений на 8-98 мг/кг. Максимальный эффект наблюдается в течение четырех лет после внесения, наиболее эффективна доза фосфорита 6 т/га. Урожайность зерновых культур варьировала от 0,6 до 2,1 т/га, сахарной свеклы – от 3,8 до 10 т/га. Среди зерновых культур наиболее отзывчив к применению фосфоритов яровая ячмень, также высокая прибавка урожая получена при возделывании сахарной свеклы на второй год опыта.

Ключевые слова: фосфоритная мука, чернозем выщелоченный, агрохимическая характеристика, урожайность.