

CZU: 631.445.4:631.58:631.8(477)

## КАЛИЙНЫЙ РЕЖИМ ОРОШАЕМЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ НА РАЗНЫХ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ФОНАХ

**О.И. ЦУРКАН, С.И. БУРЫКИНА\*, Я.М. БИЛАНЧИН, А.В. ПЯТКОВА**

*Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова*

*\*Одесская государственная сельскохозяйственная опытная станция*

*Национальной академии аграрных наук Украины*

Рассмотрено изменение фракционного состава калия почв юга Украины – чернозема обыкновенного и чернозема южного, под влиянием орошения и систем удобрения. Под действием орошения в черноземах обыкновенных увеличивается сумма групп потенциально доступного калия в слое 0-30 см на 40,3% и 57,5% в сравнении с богарными условиями. Удобрения (навоз 200 т/га + N<sub>200</sub>P<sub>200</sub>K<sub>60</sub>), внесенные под основную обработку первой культуры севооборота, впоследствии, на 11-ый год, обеспечивают положительный баланс обменного калия в черноземе обыкновенном при уменьшении его исходного содержания в 2,1 раза.

**Ключевые слова:** чернозем, орошение, удобрения, калий.

### POTASSIUM REGIME OF IRRIGATED CHERNOZEMS IN VARIOUS AGROTECHNICAL BACKGROUNDS

The changes under the influence of irrigation and fertilization systems of the fractional potassium composition of the soils in the Southern Ukraine, Chernozem ordinary and Chernozem southern are considered. The amount of groups of potentially available potassium in the layer 0-30 cm are growing up under the influence of irrigation on 40,3% and 57,5% compared with bogarne conditions in the Chernozem ordinary. The rate of fertilizer (manure 200 t/ha + N<sub>200</sub>P<sub>200</sub>K<sub>60</sub>) is made under the basic treatment of the first rotation crop in the aftereffect for 11th year provides a positive balance of exchange potassium in the Chernozem ordinary even if the original content is reduced by 2,1 times more.

**Keywords:** Chernozem, irrigation, fertilizers, potassium.

### Введение

В период интенсивной химизации земледелия большая часть почв Украины имела высокую степень обеспеченности обменным калием. Начиная с 1991 г., уровень использования минеральных удобрений снижался: в 1991-1995 гг. в среднем за год было внесено 73 кг д.в. NPK, в 1996-2000 гг. – 19 кг д.в. NPK. С 2001 года внесение удобрений постепенно возрастает, и в настоящее время вносится 43 кг д.в. NPK, в том числе лишь 8 кг K<sub>2</sub>O на гектар посевной площади [1]. Очевидно, что уровень использования калийных удобрений остается очень низким. Весомым фактором, определяющим это явление, Христенко с соавторами [2] называют убеждение многих исследователей и земледельцев в том, что большинство почв лесостепной и степной зон, особенно тяжелого гранулометрического состава, достаточно обеспечены доступными для растений калием. Но данные последних туров агрохимического обследования свидетельствуют об увеличении площадей почв с низким и средним содержанием обменного калия, при дефицитности его баланса от -56,4 кг/га в 2001 до -64,2 в 2009 [3]. Данные по эффективности длительного использования удобрений относительно калийного режима почв весьма противоречивы, а в условиях орошения – практически отсутствуют, однако для установления определенных закономерностей необходима систематизация уже полученных результатов и накопление новых данных по типам почв, климатическим зонам и методами исследований.

### Материалы и методы исследований

Наблюдения проводились в двух стационарных опытах.

**Первый:** изучались режимы орошения на различных фонах обработки почвы (вспашка на глубину от 25-27 см до 40-50 см) и органоминеральной системы удобрения в пределах Южно-Бугской оросительной системы. Почва – чернозем обыкновенный неглубокий среднегумусный легкоглинистый на лёссе (опытное поле Очаковского стационара). Варианты систем удобрения: 1) 40 т/га навоза + N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>15</sub>; 2) 100 т/га навоза + N<sub>100</sub>P<sub>100</sub>K<sub>30</sub>; 3) 200 т/га навоза + N<sub>200</sub>P<sub>200</sub>K<sub>60</sub>.

**Второй** многофакторный полевой опыт был заложен на территории Нижнеднестровской оросительной системы на полях СООО «Агрофирма Петродолинское» Одесской области. Почва – чернозем южный малогумусный тяжелосуглинистый на лёссовидном суглинке. Изучалась эффективность систем удобрений – калийный фонд на вариантах: 1) контроль без удобрений; 2) навоз 40 т/га – фон ; 3) фон +P<sub>180</sub>K<sub>180</sub>; 4) фон + N<sub>180</sub>P<sub>180</sub>K<sub>180</sub>; 5) фон + N<sub>180</sub>K<sub>180</sub>; 6) фон + N<sub>180</sub>P<sub>180</sub>; 7) фон + N<sub>300</sub>P<sub>180</sub>K<sub>300</sub>.

Обменный калий определяли по методу Масловой [4], фракционный состав калия – методом Дашевского в модификации ННЦ ИПА имени О.Н. Соколовского [5, 6].

### Результаты исследований и их обсуждение

В условиях орошения в черноземах обыкновенных повышается сумма групп калия в слое 0-30 см на 40,3 и 57,5%, в зависимости от режима орошения; в горизонте 30-50 см изменения по отношению к богарным условиям колеблются в пределах от 3,3 до 9,9%, а в слое 80-120 см – выше контрольного варианта на 33,4 и 26,6% (табл.1). При этом в содержании легкорастворимой и обменной форм изменения незначительные, а потенциальные запасы повышаются в значительной степени. Так, возрастание содержания легкогидролизуемого калия тем значительнее, чем интенсивнее орошение. Аналогичная тенденция характерна и для необменно-фиксированной группы.

Таблица 1

Фракционный состав калия черноземов обыкновенных при орошении

Вариант	Глубина, см	Легкораст- воримый	Обмен- ный	Гидро- лизный	Необменно- фиксированный	Сумма
Богар	0-30	1,5	17,5	43,5	350,0	412,5
	30-50	1,0	16,5	49,0	495,0	561,5
	50-80	0,5	10,5	52,5	320,0	383,5
	80-120	0,5	10,5	39,5	300,0	350,5
	120-150	0,5	9,0	39,5	350,0	399,0
Орошение 70-80 %	0-30	1,3	13,5	54,0	510,0	578,8
	30-50	1,0	16,5	49,0	475,0	541,5
	50-80	0,5	15,5	45,5	345,0	406,5
	80-120	0,5	8,5	43,5	415,0	467,5
Орошение 80-90%	0-30	2,0	20,0	97,5	530,0	649,5
	30-50	0,8	13,5	51,0	477,0	542,3
	50-80	0,5	15,5	45,5	360,0	421,5
	80-120	0,5	21,0	45,5	375,0	442,0

Изучение фракционного состава калия южных черноземов в условиях орошения в пределах Нижнеднестровской оросительной системы показало, что сумма групп калия в них значительно ниже, чем в обыкновенных черноземах – в слое 0-30 см на 19,0% и от 45,5 до 52,6% с глубиной до 120 см. Вероятно, это связано с валовыми запасами калия. Характер же распределения по профилю идентичен – с глубиной отмечается незначительное равномерное снижение содержания калия.

По сравнению с черноземами обыкновенными в южных несколько увеличивается доля легкогидролизуемого калия и уменьшается, соответственно, необменно-фиксированного. Показательно, что содержание первых трех групп калия – легкорастворимого, обменного и гидролизного, по всему профилю и на фоне всех вариантов опыта имеет очень низкую достоверность. Это можно объяснить тем, что калий этих трех групп отличается мобильностью и легко трансформируется из одной группы в другую в зависимости от условий среды. В наиболее подвижной (легкорастворимый) достоверность изменений низкая. С ростом прочности связи калия с почвенной средой увеличивается достоверность его содержания в данной группе. Необменно-фиксированный калий наиболее прочно связан с почвой, чем и обусловлена высокая достоверность данного показателя.

Следует отметить, что во всех вариантах опыта в слое 30-40 см резко снижается существенность содержания необменно-фиксированного калия, что можно объяснить высокой биологической

активностью орошаемой почвы в указанном слое. Как показали наши многолетние исследования, слой черноземной почвы в слое 30-40 см в условиях орошения резко отличается от других горизонтов по всем почвам, в определенной мере и по мобильным показателям.

Внесение удобрений практически не отразилось на содержании легкорастворимого калия, только на фоне сбалансированного питания (фон + N<sub>180</sub>P<sub>180</sub>K<sub>180</sub>) содержание его в пахотном слое увеличилось в 3,9 раза против абсолютного контроля. Этот вариант отличался наиболее равномерным распределением калия по группам в пахотном горизонте. При органической системе удобрения наблюдалось самое низкое содержание легкорастворимого калия (0,16 мг/100 г), то есть можно отметить, что внесение навоза способствует переходу калия в более труднорастворимые формы.

В связи с увеличением влажности орошаемой почвы по сравнению с неорошаемой, а также ввиду повышенного выноса калия урожаями сельскохозяйственных культур, содержание обменного калия под действием 11-летнего орошения снизилось почти вдвое по всему профилю чернозема обыкновенного в слое до 120 см (табл. 2). Причиной такого явления может быть и повышение биологической активности орошаемой почвы, так как в этом случае увеличивается содержание N-NO<sub>3</sub>. Известно, что N-NO<sub>3</sub> является антагонистом обменного калия; расчеты содержания N-NO<sub>3</sub> и K<sub>2</sub>O находятся в тесной обратной коррелятивной связи ( $r = 0,9$ ; данные достоверны при уровне значимости по Стьюденту 0,01).

Таблица 2

**Содержание обменного калия в черноземе обыкновенном при последствии разных норм удобрений, мг/100 г почвы**

Вариант	Глубина, см	Исходное состояние	Год последствия удобрений				
			3-й	4-й	7-й	8-й	11-й
1 – 40 т/га навоза + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>15</sub>	0-30	58,9	24,8	28,0	54,5	28,2	31,5
	30-50	36,7	16,9	20,2	29,7	18,7	23,7
	50-80	30,8	13,4	13,4	22,4	15,2	18,6
	80-120	29,4	9,6	7,5	13,1	11,4	13,0
2 – 100 т/га навоза + N <sub>100</sub> P <sub>100</sub> K <sub>30</sub>	0-30	57,7	24,3	35,8	26,3	26,6	39,2
	30-50	37,5	24,3	13,2	18,7	22,7	19,5
	50-80	32,5	16,7	9,4	9,1	17,2	16,2
	80-120	29,4	14,3	6,2	7,1	10,7	11,9
3 – 200 т/га навоза + N <sub>200</sub> P <sub>200</sub> K <sub>60</sub>	0-30	63,5	35,2	37,3	40,0	35,5	30,4
	30-50	38,7	35,7	18,9	17,8	21,7	25,3
	50-80	34,7	19,6	7,4	11,7	15,7	16,4
	80-120	29,4	14,5	6,2	7,4	11,0	9,3

В условиях опыта, несмотря на разное количество вносимых калийных удобрений, содержание обменного калия почти не изменяется по вариантам систем удобрения. Но к концу ротации (11-й год последствия удобрений) по сравнению с исходными данными содержание калия уменьшается: при системе удобрения с минимальной нормой минеральных туков – в 1,9 раза, со средней – в 1,5 раза и с максимальной – в 2,1 раза. Однако если на фоне первых двух норм удобрений в кормовом севообороте складывается отрицательный баланс калия, то на фоне максимальной (навоз 200 т/га + N<sub>200</sub>P<sub>200</sub>K<sub>60</sub>) создается бездефицитный баланс: +533,3 кг/га за ротацию севооборота.

На черноземах южных перед закладкой опыта почва по содержанию обменного калия характеризовалась как среднеобеспеченная (табл. 3).

На контрольном варианте без внесения основного удобрения с годами происходит постепенное уменьшение обменного калия до уровня низкой обеспеченности. Наиболее благоприятный калийный режим складывался на фоне внесения органоминеральных удобрений: навоз 40 т/га + N<sub>180</sub>P<sub>180</sub>K<sub>180</sub> и навоз 40 т/га + N<sub>180</sub>K<sub>180</sub>.

Таблица 3

**Содержание обменного калия в черноземе южном  
при последствии различных норм удобрений (мг/100 г почвы; n = 6)**

Вариант	Глубина, см	Исходное состояние, n = 18	Последствие удобрений		
			1-й год	2-й год	3-й год
			кукуруза на зеленый корм	озимая пшеница	кормовая свекла
Контроль (без удобрений)	0-30	14,8	9,8	8,5	1,6
	30-40	10,0	6,6	8,7	0,7
	40-50	9,8	5,4	1,6	1,3
	50-80	6,6	6,2	8,2	0,7
	80-120	6,7	6,5	6,0	0,6
Фон 40 т/га навоза	0-30	16,6	9,6	16,0	3,1
	30-40	11,8	6,8	10,2	1,4
	40-50	11,3	5,4	8,7	1,6
	50-80	9,2	3,7	7,4	1,2
	80-120	6,7	3,6	6,6	1,2
Фон + N <sub>0</sub> P <sub>180</sub> K <sub>180</sub>	0-30	12,3	12,1	32,2	1,4
	30-40	8,6	6,2	6,0	1,3
	40-50	8,1	4,1	3,9	0,8
	50-80	6,0	4,1	4,8	0,7
	80-120	5,3	3,0	6,1	0,6
Фон + N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>180</sub>	0-30	9,7	22,3	25,3	2,1
	30-40	5,5	11,4	6,1	2,0
	40-50	8,9	9,1	6,1	1,7
	50-80	6,6	10,3	5,3	1,7
	80-120	6,2	8,6	5,2	1,3
Фон + N <sub>180</sub> P <sub>0</sub> K <sub>180</sub>	0-30	12,2	24,7	34,0	1,7
	30-40	9,6	13,4	10,1	0,9
	40-50	9,6	12,2	8,2	0,8
	50-80	7,2	14,4	7,3	0,6
	80-120	5,4	12,0	6,2	0,6
Фон + N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>0</sub>	0-30	13,6	10,1	18,0	1,3
	30-40	9,2	5,4	12,7	0,8
	40-50	7,6	6,0	9,1	0,8
	50-80	8,4	5,3	6,6	0,7
	80-120	6,6	5,3	4,4	0,6
Фон + N <sub>300</sub> P <sub>180</sub> K <sub>300</sub>	0-30	12,0	9,0	26,1	3,4
	30-40	8,9	5,0	15,2	2,1
	40-50	8,9	3,5	21,5	1,1
	50-80	7,8	6,1	15,0	1,0
	80-120	6,4	5,1	12,6	1,0

Динамика содержания обменного калия в почве по годам в определенной степени характеризует потребность культур в калийном питании. Наименьшее его содержание установлено осенью после уборки кормовой свеклы, что объясняется повышенной потребностью этой культуры в калии. При этом, вероятно, калий активно использовался в конце периода вегетации свеклы, что не позволило восстановить запасы его обменных форм за счет более тесно связанных.

**Выводы**

Под действием орошения в черноземах обыкновенных возрастает содержание потенциально доступного калия в слое 0-30 см на 40,3% и 57,5% по сравнению с богарными условиями. Норма удобрений навоз 200 т/га + N<sub>200</sub>P<sub>200</sub>K<sub>60</sub>, внесенных под основную обработку первой культуры севооборота, впоследствии, на 11-ый год, обеспечивает положительный баланс обменного калия в черноземе обыкновенном даже при уменьшении исходного содержания в 2,1 раза. В черноземах южных общее количество потенциально доступного калия значительно ниже, чем в черноземах обыкновенных: на 19,0% в слое 0-30 см и от 45,5 до 52,6% при глубине до 120 см. Характер распределения его по глубине и направленность действия орошения и систем удобрения аналогичны черноземам обыкновенным.

**Литература:**

1. ХРИСТЕНКО, А.А., ИВАНОВА, С.Е. Проблемы оптимизации калийного питания сельскохозяйственных культур в земледелии Украины. В: *Питание растений*. Вестник Международного института питания растений, 2016, № 2, с.2-6.
2. ХРИСТЕНКО, А.А., МИРОШНИЧЕНКО, Н.Н., ГЛАДКИХ, Е.Ю. *Рекомендации по эффективному использованию калийных удобрений на почвах Украины*. Харьков, 2013. 36 с.
3. МЕДВЕДЕВ В.В., ТИТЕНКО Г.В. Новітні матеріали про стан ґрунтового покриття європейських країн і України. В: *Вісник ХНАУ. Серія «Екологія»*, 2017, вип. 16, с.9-17.
4. ДСТУ 7907:2015. *Визначення рухомих сполук калію методом Маслової в модифікації ННЦ ІГА імені О.Н. Соколовського*. Київ, 2014. 10 с.
5. ДСТУ 7603:2014 *Якість ґрунту. Визначення рухомих сполук калію методом Дашевського в модифікації ННЦ ІГА імені О.Н. Соколовського*. Київ, 2014. 9 с.
6. *Агрохимические методы исследования почв в опытах с удобрениями (соединения азота, фосфора и калия)*. Методические рекомендации. Харьков, 1979. 80 с.

**Date despre autori:**

**ЦУРКАН Оксана Ивановна**, кандидат географических наук, старший научный сотрудник, заведующая проблемной научно-исследовательской лабораторией географии почв и охраны почвенного покрова черноземной зоны, Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова.

**E-mail:** otsurkan75@gmail.com, pndl\_4@onu.edu.ua;

**БУРЫКИНА Светлана Ивановна**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник научно-технологического отдела агрохимии, почвоведения и органического производства, Одесская государственная сельскохозяйственная опытная станция Национальной академии аграрных наук Украины.

**E-mail:** burykina@ukr.net opitna\_lab@ukr.net;

**БИЛАНЧИН Ярослав Михайлович**, кандидат географических наук, доцент, заведующий кафедрой географии Украины, почвоведения и земельного кадастра, Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова.

**E-mail:** grunt.ggf@onu.edu.ua;

**ПЯТКОВА Алла Викторовна**, кандидат географических наук, доцент кафедры физической географии и природопользования, Одесский национальный университет им. И.И. Мечникова.

**E-mail:** avpyatkova2011@gmail.com

*Prezentat la 24.10.2018*