

С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университетінің Ғылым жаршысы (пәнаралық) = Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С.Сейфуллина (междисциплинарный). - 2022. - №2 (113). – Ч.1. - С.13-23

## **ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ БАЛАНСА ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ В ПОЧВЕ ПОД ПОСЕВАМИ ЯРОВОЙ ТРИТИКАЛЕ В УСЛОВИЯХ ТРАДИЦИОННОГО И ОРГАНИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

*Назарова Перизат Ержанатқызы*  
ТОО «Научно-производственный центр  
зернового хозяйства имени А. И. Бараева»,  
п. Шортанды -1, Казахстан  
E-mail: [nazarova\\_perizat@mail.ru](mailto:nazarova_perizat@mail.ru)

*Наздрачев Яков Павлович*  
Кандидат сельскохозяйственных наук,  
ТОО «Научно-производственный центр  
зернового хозяйства имени А. И. Бараева»,  
п. Шортанды-1, Казахстан  
E-mail: [yakov.n.81@mail.ru](mailto:yakov.n.81@mail.ru)

*Мамыкин Евгений Владимирович*  
ТОО «Научно-производственный центр  
зернового хозяйства имени А. И. Бараева»,  
п. Шортанды -1, Казахстан  
E-mail: [mamykin\\_ev@mail.ru](mailto:mamykin_ev@mail.ru)

### **Аннотация**

В статье представлены результаты трехлетнего исследования баланса элементов питания в почве при возделывании яровой тритикале (*×Triticosecale*) в условиях традиционного и органического земледелия. Суть балансового метода состояла в том, что в приходную часть баланса учитывали содержание азота, фосфора и калия в удобрениях и семенах, в расходную – вынос их с урожаем. Основную роль в формировании баланса элементов питания играла урожайность, которая при традиционном земледелии в среднем по вариантам опыта составляла по пару – 2,54 т/га, по стерне – 2,01 т/га, в условиях органического земледелия она была ниже в 1,7 и 2,3 раза. Различий по содержанию макроэлементов в зерне тритикале между системами земледелия, предшественниками и вариантами опыта установлено не было и с незначительными колебаниями оно составляло по азоту – 2,53-2,57%, по фосфору – 0,40-0,43 и калию – 0,46-0,48%. При традиционном земледелии положительным баланс азота был только в вариантах N60 и N80 (+13,9 и +53,3 кг/га), а фосфора во всех вариантах +20,4...+22,1 кг/га. Баланс калия был отрицательным и составлял – 20,2...-

21,0 кг/га. В условиях органического земледелия формировался положительный баланс макроэлементов в почве: по N – +55,1...+90,4 кг/га, по P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – +5,7...+7,0 кг/га и K<sub>2</sub>O – +92,8...+133,5 кг/га.

**Ключевые слова:** почва; азот; фосфор; калий; баланс питательных элементов; удобрения; тритикале.

### **Введение**

В настоящее время остро стоит вопрос увеличения сельскохозяйственного производства, что вызвано необходимостью удовлетворения постоянно возрастающей потребностью на продовольствие и как следствие приводит к увеличению давления на земельные ресурсы. Поэтому для сохранения и повышения почвенного плодородия необходимо в первую очередь учитывать поступление и отчуждение элементов питания, которые формируют баланс. Поскольку именно при его положительном значении возрастает потенциальное плодородие почвы [1]. Есть ряд способов для проведения балансового расчета - биологический, хозяйственный, дифференцированный и эффективный, но в агрохимической практике наиболее широко применяется хозяйственный баланс [2]. Возврат вынесенных урожаем питательных элементов минеральными удобрениями наиболее быстрый способ вернуть почве питательные элементы. Широкое применение минеральных удобрений позволяет получать рекордно высокие урожаи различных культур во многих странах мира [3]. Азот – первый макроэлемент ограничивающий рост и развитие растений, его

источники никак не ограничены [4]. Фосфор – второй по значимости макроэлемент, дефицит которого в большинстве почв мира является сдерживающим фактором повышения продуктивности культур. Низкое применение минеральных фосфорных удобрений связано с ограниченным количеством месторождений данного элемента [5]. Еще одной проблемой применения фосфора является адсорбция почвой фосфора удобрениями (до 90%) оксидами или гидроксидами железа, гидроксидах алюминия, а в карбонатных почвах ещё и химического осаждения с кальцием и магнием, что снижает доступность фосфора растениям [6]. Зачастую минеральные фосфорные удобрения содержат тяжелые металлы, которые при высокой концентрации в почве отрицательно сказываются на окружающей среде и могут нанести вред здоровью человека. Поэтому в органическом земледелии химические удобрения заменяют органическими.

В настоящее время в земледелии Казахстана остро стоит вопрос сохранения плодородия почв, что связано с резким сокращением объемов применения удобрений с начала 90-х годов. Большая часть урожая на территории страны формируется за

счет мобилизации естественного почвенного плодородия, что приводит к выносу огромного количества элементов питания. Поэтому повсеместно наблюдающийся отрицательный баланс макроэлементов в почве приводит к снижению продуктивности сельскохозяйственных угодий и ухудшению качества продукции [7].

Основным лимитирующим макроэлементом в почвах Казахстана является подвижный фосфор [8]. Его содержание в почвах страны всегда было на низком уровне, так при первом агрохимическом обследовании в 1972 году 73% земель сельскохозяйственного назначения страны уже характеризовались низкой обеспеченностью. Выборочное агрохимическое

### **Материалы и методы**

Исследования проводились в 2018-2020 гг. в ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева» (50°64'N; 71°02'E), на черноземе южном карбонатном тяжелосуглинистого гранулометрического состава. Содержание в 0-20 см слое почвы гумуса – 3,4%, валового азота и фосфора – 0,22 и 0,12, карбонатов – около 5%, реакция среды слабощелочная (рН=7,3). Перед посевом тритикале по двум системам земледелия количество N-NO<sub>3</sub> в слое почвы 0-40 см по пару составляло - 28 мг/кг, по стерне - 14 мг/кг почвы. Содержание перед посевом в 0-20

обследовании почв в Северных областях проведенное в 2018 году показало, что уже 88% земель имеют низкую и очень низкую обеспеченность P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> [8].

Результаты сплошного (с 2000 по 2018 гг.) и выборочного (2018 г.) мониторинга земель сельскохозяйственного назначения показали, что 80% почв недостаточно обеспечены азотом.

По содержанию подвижного калия 95% земель сельскохозяйственного назначения страны имеют высокую и очень высокую степень обеспеченности этим элементом [9-10].

Целью работы было изучить баланс элементов питания в чернозёме южном при возделывании яровой тритикале в условиях традиционного и органического земледелия.

см слое почвы подвижного фосфора по Мачигину по всем участкам соответствовало повышенной обеспеченности - 40 мг/кг почвы. Яровую тритикале возделывали в условиях органического и традиционного земледелия по паровому и стерневому предшественникам. Севооборот зернопаровой трехпольный: пар – тритикале – тритикале. Сорт яровой тритикале – «Россика». Опыты развернуты во времени и пространстве, повторность вариантов 4-х кратная. Размер делянки 4,3х30 м. Сроки сева, норма высева и глубина заделки семян – рекомендованные для зоны черноземов южных.

Подготовка парового и стерневого фонов по традиционному и органическому земледелию выполняли по одинаковой схеме согласно требованиям зональной технологии обработки почвы [11].

При традиционной системе земледелия применяли минеральные удобрения по следующей схеме аммофос (10–46–00) вносили в паровое поле в запас на два года дозой P40<sub>аф</sub>, аммиачную селитру (34–00–00) вносили ежегодно в рядки при посеве в дозе N20<sub>аа</sub>-N80<sub>аа</sub>. Схема опыта по традиционному земледелию включала 5 вариантов применения удобрений: 1. Контроль – P40<sub>аф</sub> в пар (Фон/Ф); 2. Фон + N20<sub>аа</sub> в рядки; 3. Фон + N40<sub>аа</sub> в рядки; 4. Фон + N60<sub>аа</sub> в рядки; 5. Фон + N80<sub>аа</sub> в рядки. Средства защиты растений применялись в полном объеме: семена протравливали инсекто-фунгицидным протравителем, по вегетации применяли гербициды против двудольных и однодольных сорняков, инсектициды и фунгициды. Исследования с калийными удобрениями не проводили, поскольку почвы Северного Казахстана высокообеспечены обменным калием [9].

При органической системе земледелия в период обработки пара вносили органические удобрения в виде сухой надземной биомассы многолетних трав. Варианты внесения органических удобрений: 1. Контроль – биомасса донника (*Melilotus officinalis* (L.) Pall.) (БД) – 4,71 т/га (N – 143 кг/га, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 16, K<sub>2</sub>O – 108 кг/га); 2. Биомасса эспарцета (*Onobrychis*

*arenaria*) (БЭ) – 4,71 т/га (N – 144, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 16, K<sub>2</sub>O – 139 кг/га); 3. Биомасса люцерны (*Medicago varia* Mart.) (БЛ) – 4,32 т/га (N – 135, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 16, K<sub>2</sub>O – 103 кг/га); 4. Биомасса костреца (*Bromus inermis* Leyss.) (БК) – 4,98 т/га (N – 132, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 16, K<sub>2</sub>O – 143); 5. Биомасса житняка (*Agropyron pectiniforme* Roem. et Schult) (БЖ) – 4,85 т/га (N – 117, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 16, K<sub>2</sub>O – 115 кг/га). Дозы органических удобрений рассчитаны на урожайность в 1,5 т/га, с учетом обеспечения бездефицитного баланса в первую очередь фосфором. При органической системе земледелия пестициды не применялись.

Баланс элементов питания в почве и коэффициенты использования питательных элементов тритикале определяли по А.В. Петербургскому [1979]. В приходную часть баланса включали следующие источники поступления питательных веществ: минеральные удобрения, посевной материал. В расходной части учитывали отчуждение элементов с поля с основной продукцией (зерном).

Учет урожая тритикале проводился способом прямого комбайнирования Wintersteiger (Delta) по-деляночно, с последующим взвешиванием. Урожай с делянок пересчитывался на стандартную влажность (14%) и чистоту. Математическая обработка данных проводилась методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [12], с применением программы «Snedecor».

## Результаты

В условиях традиционного земледелия урожайность яровой тритикале по пару в контрольном варианте среднем за три года составил 2,45 т/га (таблица 1). По стерневому фону в среднем за два года урожай на контроле составил 1,86 т/га, что ниже аналогичного варианта по пару на 24%. Дополнительное применение различных доз аммиачной селитры, как по пару, так и по стерне, не влияло на продуктивность тритикале.

При органическом земледелии урожайность тритикале по пару на контрольном варианте (с биомассой донника) составляло 1,61 т/га, применение биомассы других многолетних трав обеспечивало такой же уровень продуктивности. С удалением от парового поля происходило снижение урожайности изучаемой культуры. Урожай зерна тритикале по стерневому фону с биомассой донника составлял 0,97 т/га, что было на 40% ниже аналогичного варианта по пару. Последствие на стерневом фоне органических удобрений других видов трав на урожайность тритикале было равно как и с донником.

Независимо от предшественника интенсификация минерального питания тритикале за счет увеличения доз азотного удобрения при традиционном земледелии не привела к росту урожайности культуры. Это связано в первую очередь с повышенным и высоким содержанием азота в 0-40 см слое почвы перед посевом – 14-28 мг/кг почвы. Во вторую с экстремальными погодными условиями в период проведения исследований.

Стоит отметить, что урожайность яровой тритикале при традиционном земледелии в среднем по вариантам опыта была выше в сравнении с органическим. Так, при традиционном земледелии урожай составлял по пару 2,54 т/га и по стерне 1,50 т/га, при органическом она была соответственно в 1,7 и в 2,3 раза ниже. Такие различия обусловлены негативным влиянием вредных организмов на растения тритикале в период их развития. Это связано с недопустимостью применения синтетических пестицидов при органическом земледелии.

Таблица 1 – Урожайность яровой тритикале, т/га

Вариант	Традиционное земледелие		Вариант	Органическое земледелие	
	по пару в среднем за 2018-2020 гг.	по стерне в среднем за 2019-2020 гг.		по пару в среднем за 2018-2020 гг.	по стерне в среднем за 2019-2020 гг.
1. Контроль (Фон-Ф)	2,45	1,86	1. Контроль БД	1,61	0,97
2. Ф + N20	2,56	2,07	2. БЭ	1,42	0,85
3. Ф + N40	2,63	1,98	3. БЛ	1,45	0,85

4. Ф+ N60	2,50	2,11	4. БК	1,48	0,86
5. Ф+ N80	2,56	2,04	5. БЖ	1,56	0,86
<i>Среднее</i>	<i>2,54</i>	<i>2,01</i>	<i>Среднее</i>	<i>1,50</i>	<i>0,88</i>
НСР 0,05	0,54	0,43	НСР 0,05	0,31	0,19

Содержание элементов питания в зерне тритикале по пару в среднем за 3 года не зависело от системы земледелия и варианта удобрения и колебалось по азоту в пределах 2,48-2,58%, по фосфору – 0,41-0,44 и по калию – 0,43-0,48% (таблица 2). Аналогичная ситуация отмечалась по стерневому предшественнику, где независимо от агрофона, в среднем за два года количество N в зерне варьировало от 2,40 до 2,69%, по P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,39–0,43% и по K<sub>2</sub>O – 0,45–0,49%.

Таблица 2 – Содержание макроэлементов в зерне яровой тритикале, %

Вариант	N		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O	
	по пару в среднем за 2018-2020 гг.	по стерне в среднем за 2019-2020 гг.	по пару в среднем за 2018-2020 гг.	по стерне в среднем за 2019-2020 гг.	по пару в среднем за 2018-2020 гг.	по стерне в среднем за 2019-2020 гг.
<b>Традиционное земледелие</b>						
1	2,53	2,51	0,44	0,40	0,48	0,47
2	2,52	2,56	0,44	0,42	0,46	0,47
3	2,48	2,62	0,42	0,42	0,43	0,48
4	2,58	2,54	0,43	0,43	0,46	0,47
5	2,53	2,64	0,44	0,43	0,45	0,49
<i>Среднее</i>	<i>2,53</i>	<i>2,57</i>	<i>0,43</i>	<i>0,42</i>	<i>0,46</i>	<i>0,48</i>
НСР 0,05	0,2	0,3	0,05	0,04	0,06	0,04
<b>Органическое земледелие</b>						
1	2,55	2,69	0,43	0,41	0,44	0,47
2	2,50	2,40	0,44	0,40	0,46	0,46
3	2,55	2,45	0,42	0,39	0,48	0,47
4	2,52	2,63	0,44	0,40	0,45	0,45
5	2,54	2,64	0,41	0,40	0,48	0,48
<i>Среднее</i>	<i>2,53</i>	<i>2,56</i>	<i>0,43</i>	<i>0,40</i>	<i>0,46</i>	<i>0,47</i>
НСР 0,05	0,2	0,3	0,05	0,04	0,06	0,04

Приходная часть баланса состояла из поступления азота, фосфора и калия с удобрениями и семенами, а расходная из отчуждения этих элементов с поля основной продукцией (зерном).

При традиционном земледелии суммарный вынос азота, в среднем за ротацию севооборота на контрольном варианте составил 109,4 кг/га. Учитывая, что возврат с удобрениями и семенами был всего 12 кг/га, то дефицит составил 97,4 кг/га (таблица 3). Внесение азота в дозах от 20 до 40 кг/га также приводило к формированию отрицательного баланса по азоту.

Положительный баланс по азоту формировался только при дозах N60 и N80, когда приход этого элемента был выше отчуждения с урожаем.

Немного иная ситуация складывалась при органическом земледелии где все варианты внесения органических удобрений обеспечивали положительный баланс азота от +55,1 до +90,4 кг/га.

Таблица 3 – Баланс азота в почве в среднем за 2018-2020 гг., кг/га

Вариант	Возврат азота с удобрениями	Приход азота с семенами	Отчуждение с поля семенами		Баланс
			тритикале по пару	тритикале по стерне	
Традиционное земледелие					
1. Контроль (Фон -Ф)	9	3	63,0	46,4	-97,4
2. Ф + N20	49	3	64,5	53,0	-65,5
3. Ф + N40	89	3	65,2	51,9	-25,1
4. Ф+ N60	129	3	64,5	53,6	+13,9
5. Ф+ N80	169	3	64,8	53,9	+53,3
Органическое земледелие					
1. Контроль БД	143	3	40,9	22,9	+82,2
2. БЭ	144	3	36,2	20,4	+90,4
3. БЛ	135	3	36,3	21,1	+80,6
4. БК	132	3	37,7	22,6	+74,7
5. БЖ	117	3	39,3	25,6	+55,1

При традиционном и органическом земледелии варианты удобрений были ориентированы на создание положительного баланса именно по фосфору. Как видно из данных таблицы 4 баланс фосфора по двум системам земледелия не зависимо от варианта был положительным.

Таблица 4 – Баланс фосфора в почве в среднем за 2018-2020 гг., кг/га

Вариант	Возврат P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> с удобрениями	Приход P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> с семенами	Отчуждение с поля семенами		Баланс
			тритикале по пару	тритикале по стерне	
Традиционное земледелие					
1. Контроль (Фон-Ф)	40	0,5	11,0	7,4	+22,1
2. Ф + N20	40	0,5	11,3	8,7	+20,5
3. Ф + N40	40	0,5	11,0	8,3	+21,2
4. Ф+ N60	40	0,5	10,8	9,1	+20,6
5. Ф+ N80	40	0,5	11,3	8,8	+20,4
Органическое земледелие					
1. Контроль БД	16	0,5	6,6	3,5	+6,4
2. БЭ	16	0,5	6,1	3,4	+7,0
3. БЛ	16	0,5	6,4	3,3	+6,8
4. БК	16	0,5	6,2	3,4	+6,9
5. БЖ	16	0,5	6,9	3,9	+5,7

Хозяйственный баланс калия при традиционном земледелии был отрицательным -20,2...-21,0 кг/га, поскольку калий не входил в состав вносимых удобрений (таблица 5).

Таблица 5 – Баланс калия в почве в среднем за 2018-2020 гг., кг/га

Вариант	Возврат K <sub>2</sub> O с удобрениями	Приход K <sub>2</sub> O с семенами	Отчуждение с поля семенами		Баланс
			тритикале по пару	тритикале по стерне	
Традиционное земледелие					
1. Контроль (Фон-Ф)	0	0,5	12,0	8,7	-20,2
2. Ф + N20	0	0,5	11,8	9,7	-21,0
3. Ф + N40	0	0,5	11,3	9,5	-20,3
4. Ф+ N60	0	0,5	11,5	9,9	-20,9
5. Ф+ N80	0	0,5	11,5	10,0	-21,0
Органическое земледелие					
1. Контроль БД	108	0,5	7,7	4,0	+96,8
2. БЭ	139	0,5	6,1	3,9	+129,5
3. БЛ	103	0,5	6,7	4,0	+92,8
4. БК	143	0,5	6,1	3,9	+133,5
5. БЖ	115	0,5	7,0	4,7	+103,8

Применение органических удобрений позволило сформировать положительный баланс калия в почве – +92,8...+133,5 кг/га.

### Обсуждение

Отрицательный баланс азота в почве Северных областей Казахстана при возделывании сельскохозяйственных культур не всегда оказывает влияние на их урожайность в связи с высокой минерализационной активностью почвы и засушливостью климата. Поэтому поддержание положительного баланса за счет внесения высоких доз азотных удобрений является нецелесообразным с практической и экономической точки зрения [13]. Также можно добавить, что в почве избыточный и неиспользуемый азот может наносить вред окружающей среде за счет выщелачивания, денитрификации и эмиссии в атмосферу [14-15].

Рекомендуемой дозой азота в регионе является – N20 [16]. К аналогичным выводам пришли исследователи из Южной Австралии, Северо-Запада Америки, Сибири [17-18], которые рекомендуют в аридных условиях для минимизации рисков различного характера вносить небольшие дозы азотных удобрений от 15 до 25 кг д.в. на га.

Внесение фосфорных удобрений является основным ключевым моментом повышения урожайности и почвенного плодородия во многих регионах мира. Согласно ранее проведенным исследованиям в условиях Северного Казахстана рекомендуемой дозой для



повышения урожайности и почвенного плодородия является –  $P_{20}$  [8]. Учитывая, что фосфорное удобрение применяли для обеспечения положительного баланса который как показали исследования был достаточно высок. Поэтому основываясь на исследованиях [19], где при высоком содержании  $P_2O_5$  в почве внесение фосфорных удобрений приводило к снижению или отсутствию прибавок зерна. Исходя из этого можно уменьшить количество вносимого фосфорного удобрения на данных участках и перенаправить оставшуюся часть удобрений на поля с низким содержанием  $P_2O_5$ . В настоящее время это особенно актуально в связи с выросшими ценами на минеральные удобрения.

Почвы Северного Казахстана имеют высокую обеспеченность подвижным калием - от распашки целины и до настоящего времени небыло доказано снижение данного элемента в почве [9]. Это можно объяснить тем, что калий с основной продукцией отчуждается в небольшом количестве, а основная масса остается в поле с пожнивными остатками [20-22]. Кроме этого растения в процессе вегетации выносят в поверхностные слои калий из более глубоких слоёв почвы. Все эти условия позволяют поддерживать калийный режим почв на высоком уровне и в ближайшем будущем

### **Заключение**

1. Основную роль в формировании баланса элементов питания играет урожайность,

лимитирующее влияние на урожайность  $K_2O$  не предвидится [23].

Подводя общий итог можно сказать что при традиционном земледелии использование минеральных удобрений позволяет вносить в почву более точно необходимое количество питательных элементов для возделываемых культур с учетом почвенных условий. Минеральные удобрения еще и более концентрированные, чем органические.

При органическом земледелии вносимая надземная масса многолетних трав за счет положительного баланса способствовала увеличению потенциального почвенного плодородия в отличии от традиционного. К причинам высокого положительного баланса можно отнести невысокую продуктивность яровой тритикале, которая при отсутствии применения пестицидов не смогла реализовать столь высокий потенциал. К недостаткам надземной массы трав, как и других органических удобрений, является их несбалансированность по содержанию элементов питания [9]. К примеру, при внесении органических удобрений основной акцент делался на фосфор, поэтому с увеличением биомассы вносили так же и большее количество азота и калия.

которая при традиционном земледелии в среднем по вариантам составляла по пару – 2,54 т/га, по

стерне – 2,01 т/га, в условиях органического земледелия она была меньше соответственно в 1,7 и 2,3 раза.

2. Содержание макроэлементов в зерне тритикале не зависело от системы земледелия, предшественника и варианта удобрения, в среднем по годам колебания составляли по азоту – 2,40-2,69%, по фосфору и калию – 0,39-0,44 и 0,43-0,49%.

3. При традиционном земледелии положительный баланс

в почве был отмечен по азоту на вариантах N60-80 (+13,9...+53,3 кг/га), по фосфору на всех вариантах (+20,4...+22,1 кг/га). По калию он был отрицательный независимо от варианта (-20,2...-21,0 кг/га).

4. В условиях органического земледелия баланс был положительный по всем вариантам удобрений и составлял по азоту +55,1...+90,4 кг/га, по фосфору +5,7...+7,0 кг/га и по калию +92,8...+133,5 кг/га.

Работа выполнена в рамках программы BR 10764907: «Выработка технологий ведения органического сельского хозяйства по выращиванию сельскохозяйственных культур с учетом специфики регионов, цифровизации и экспорта».

### Список литературы

1 Bindraban, P. S., Stoorvogel, J. J., Jansen, D. M., Vlaming, J., Groot, J. J. R. Land quality indicators for sustainable land management: proposed method for yield gap and soil nutrient balance // Agriculture, Ecosystems & Environment. - 2000. - Vol. 81, No. 2. P. 103-112.

2 Фадькин Г. Н. Зависимость баланса элементов питания в системе «почва-удобрение-растение» от форм азотных удобрений в условиях юга Нечерноземья [Текст] / Г. Н. Фадькин, Д. В. Виноградов // Вестник КрасГАУ - 2015. - № 6. - С. 13-17.

3 Geng Y., Cao G., Wang L., Wang S. Effects of equal chemical fertilizer substitutions with organic manure on yield, dry matter, and nitrogen uptake of spring maize and soil nitrogen distribution // PloS one - 2019. - Vol. 14, No. 7. P. 1-16.

4 Rongting Xu, Hanqin Tian, Shufen Pan, Stephen A. Prior, Yucheng Feng, William D. Batchelor, Jian Chen, Jia Yang. Global ammonia emissions from synthetic nitrogen fertilizer applications in agricultural systems: Empirical and process based estimates and uncertainty // Global Change Biology - 2019. - Vol. 25. P. 314-326.

5 Das B., Huth N., Probert M., Condrón L., & Schmidt S. Soil phosphorus modeling for modern agriculture requires balance of science and practicality: A perspective // Journal of Environmental Quality - 2019. - Vol. 48. No. 5. P. 1281-1294.

6 Balemi T., Negisho K. Management of soil phosphorus and plant adaptation mechanisms to phosphorus stress for sustainable crop production: a

review // Journal of soil science and plant nutrition - 2012. - Vol. 12. No 3. P. 547-562.

7 Азаров В. Б. Баланс элементов питания в почве в зависимости от технологии возделывания сельскохозяйственных культур в ЦЧЗ [Текст] / В. Б. Азаров // Научный журнал КубГАУ. - 2012. - № 77 (03). - С. 760-769.

8 Волков Е. Д., Лихтенберг А. И. Баланс фосфора в зернопаровом севообороте [Текст] / Е. Д. Волков, А. И. Лихтенберг // Агрохимия. - 1980. - №3. - С. 22-25.

9 Сапаров А. С. Состояние агрохимического мониторинга плодородия почв республики Казахстан и продуктивность сельскохозяйственных культур [Текст] / А. С. Сапаров, Р. Е. Елешев, С. Б. Рамазанова, Т. Е. Айтбаев, Е. К. Базилжанов // Почвоведение и агрохимия. - 2011. - №. 3. - С. 45-54.

10 Ахылбек Куришбаев: Установлена истинная картина плодородия почвы на севере РК [Электронный ресурс] - URL: [https://www.inform.kz/ru/ahylbek-kurishbaev-ustanovlena-istinnaya-kartina-plodorodiya-pochvy-na-severe-rk\\_a3270252](https://www.inform.kz/ru/ahylbek-kurishbaev-ustanovlena-istinnaya-kartina-plodorodiya-pochvy-na-severe-rk_a3270252) (дата обращения 04. 04. 2022)

11 Zabolotskikh V. V., Nazdrachev Y. P., Zhurik S. A., Werner A. V. Influence of soil tillage and the preceding crop on certain indicators of soil fertility and yield of spring wheat under the conditions of the dry steppe of North Kazakhstan //Annals of the Romanian Society for Cell Biology - 2021. -Vol. 25. No. 3. P. 297-310.

12 Доспехов Б. А. Методика полевого опыта: (С основами статистической обработки результатов исследований) [Текст]: учеб. для вузов / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

13 Назарюк В. М. Баланс и трансформация азота в агроэкосистемах [Текст]: монография. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. - 257 с.

14 Xu R., Tian H., Pan S., Prior S. A., Feng Y., Batchelor W. D., Yang J. Global ammonia emissions from synthetic nitrogen fertilizer applications in agricultural systems: Empirical and process-based estimates and uncertainty // Global change biology - 2019. - Vol. 25. No 1. P. 314-326.

15 Školníková, M., Škarpa, P., Ryant, P., Kozáková, Z., Antošovský, J. Response of Winter Wheat (*Triticum aestivum* L.) to Fertilizers with Nitrogen-Transformation Inhibitors and Timing of Their Application under Field Conditions //Agronomy - 2022. - Vol. 12. No. 1. P. 223.

16 Назарова П. Е. Влияние видов, сроков и способов внесения минеральных удобрений на продуктивность яровой пшеницы в условиях Акмолинской области [Текст] / П. Е. Назарова, Я. П. Наздрачев, В. М. Филонов, Е. В. Мамыкин, А. С. Харитонов // Почвоведение и агрохимия. - 2019. - № 3. - С. 61-70.

17 Antonin Le Campion, François-Xavier Oury, Emmanuel Heumez, Bernard Rolland. Conventional versus organic farming systems: dissecting comparisons to improve cereal organic breeding strategies // Organic Agriculture - 2020. - Vol. 10. P. 63-74.

18 Шарков И. Н. Проблемы интенсификации технологий возделывания зерновых культур в Сибири [Текст] / И. Н. Шарков // Инновации и продовольственная безопасность. – 2016. - №. 1. - С. 24-32.

19 Kurishbayev A. K., Chernenok V. G., Nurmanov Y. T., Persikova, T. F., Zhanzakov B. Z., Kuzdanova R. S., Serikpaeva Z. K. Meaningful management of soil fertility and flax productivity // Arabian Journal of Geosciences - 2020. - Vol. 13. No. 16. P. 1-11.

20 Garcia R.A, Crusciol CAC, Calonego J.C and Rosolem C.A. Potassium cycling in a corn- brachiaria cropping system // European Journal of Agronomy - 2008. - Vol. 28. No. 4. P. 579-585.

21 Xu J., Han HF., Ning TY., Li ZJ and Lal R. Long-term effects of tillage and straw management on soil organic carbon, crop yield, and yield stability in a wheat-maize system // Field Crops Research - 2019. - Vol. 233. P. 33-40.

22 Zhu D., Zhang J., Lu J., Cong R., Ren T., Li X. Optimal potassium management strategy to enhance crop yield and soil potassium fertility under paddy-upland rotation // Journal of the Science of Food and Agriculture - 2021. - Vol. 101. No 8. P. 3404-3412.

23 Якименко В. Н. Баланс калия, урожайность культур и калийное состояние почвы в длительном полевом опыте в лесостепи Западной Сибири [Текст] / В. Н. Якименко //Агрохимия. - 2019. - №. 10. - С. 16-24.

## References

1 Bindraban P. S., Stoorvogel J. J., Jansen D. M., Vlaming J., Groot J. J. R. Land quality indicators for sustainable land management: proposed method for yield gap and soil nutrient balance //Agriculture, Ecosystems & Environment. - 2000. - Vol. 81, No. 2. P. 103-112.

2 Fad'kin G. N. Zavisimost' balansa elementov pitaniya v sisteme «pochva-udobrenie-rastenie» ot form azotnyh udobrenij v usloviyah yuga Nechernozem'ya [Tekst] / G. N. Fad'kin, D. V. Vinogradov // Vestnik KrasGAU - 2015. - № 6. - S. 13-17.

3 Geng Y., Cao G., Wang L., Wang S. Effects of equal chemical fertilizer substitutions with organic manure on yield, dry matter, and nitrogen uptake of spring maize and soil nitrogen distribution // PloS one. - 2019. -Vol. 14, No. 7. P. 1-16.

4 Rongting Xu, Hanqin Tian, Shufen Pan, Stephen A. Prior, Yucheng Feng, William D. Batchelor, Jian Chen, Jia Yang. Global ammonia emissions from synthetic nitrogen fertilizer applications in agricultural systems: Empirical and process based estimates and uncertainty // Global Change Biology - 2019. - Vol. 25. P. 314-326.

5 Das B., Huth N., Probert M., Condrón L., Schmidt S. (2019). Soil phosphorus modeling for modern agriculture requires balance of science and practicality: A perspective // Journal of Environmental Quality - 2019. - Vol. 48. No. 5. P. 1281-1294.

6 Balemi T., Negisho K. Management of soil phosphorus and plant adaptation mechanisms to phosphorus stress for sustainable crop production: a review // Journal of soil science and plant nutrition - 2012. - Vol. 12. No 3. P. 547-562.

7 Azarov V. B. Balans elementov pitaniya v pochve v zavisimosti ot tekhnologii vozdeleyvaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur v CCHZ [Tekst] / V. B. Azarov // Nauchnyj zhurnal KubGAU. - 2012. - № 77 (03). - S. 760-769.

8 Volkov E. D., Lihtenberg A. I. Balans fosfora v zernoparovom sevooborote [Tekst] / E. D. Volkov, A. I. Lihtenberg // Agrohimiya. - 1980. - №3. - S. 22-25.

9 Saparov A. S. Sostoyanie agrohimicheskogo monitoringa plodorodiya pochv respubliki Kazahstan i produktivnost' sel'skohozyajstvennyh kul'tur [Tekst] / A. S. Saparov, R. E. Eleshev, S. B. Ramazanova, T. E. Ajtbaev, E. K. Bazilzhanov // Pochvovedenie i agrohimiya. - 2011. - №. 3. - S. 45-54.

10 Ahylbek Kurishbaev: Ustanovlena istinnaya kartina plodorodiya pochvy na severe RK [Elektronnyj resurs] - URL: [https://www.inform.kz/ru/ahylbek-kurishbaev-ustanovlena-istinnaya-kartina-plodorodiya-pochvy-na-severe-rk\\_a3270252](https://www.inform.kz/ru/ahylbek-kurishbaev-ustanovlena-istinnaya-kartina-plodorodiya-pochvy-na-severe-rk_a3270252) (data obrashcheniya 04. 04. 2022)

11 Zabolotskikh V. V., Nazdrachev Y. P., Zhurik S. A., Werner A. V. Influence of soil tillage and the preceding crop on certain indicators of soil fertility and yield of spring wheat under the conditions of the dry steppe of North Kazakhstan // Annals of the Romanian Society for Cell Biology - 2021. - Vol. 25. No. 3. P. 297-310.

12 Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta: (S osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Tekst]: ucheb. dlya vuzov / B. A. Dospekhov. - M.: Agropromizdat, 1985. - 351 s.

13 Nazaryuk V. M. Balans i transformaciya azota v agroekosistemah [Tekst]: monografiya. - Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2002. - 257 s.

14 Xu R., Tian H., Pan S., Prior S. A., Feng Y., Batchelor W. D., Yang J. Global ammonia emissions from synthetic nitrogen fertilizer applications in agricultural systems: Empirical and process-based estimates and uncertainty // Global change biology - 2019. - Vol. 25. No 1. P. 314-326.

15 Školníková M., Škarpa P., Ryant P., Kozáková Z., Antošovský, J. Response of Winter Wheat (*Triticum aestivum* L.) to Fertilizers with Nitrogen-Transformation Inhibitors and Timing of Their Application under Field Conditions // Agronomy - 2022. - Vol. 12. No. 1. P. 223.

16 Nazarova P. E. Vliyanie vidov, srokov i sposobov vneseniya mineral'nyh udobrenii na produktivnost' yarovoj pshenicy v usloviyah Akmolinskoj oblasti [Tekst] / P. E. Nazarova, YA. P. Nazdrachev, V. M. Filonov, E. V. Mamykin, A. S. Haritonova // Pochvovedenie i agrohimiya. - 2019. - № 3. - S. 61-70.

17 Antonin Le Campion, François-Xavier Oury, Emmanuel Heumez, Bernard Rolland. Conventional versus organic farming systems: dissecting comparisons to improve cereal organic breeding strategies // Organic Agriculture - 2020. - Vol. 10. P. 63-74.

18 SHarkov I. N. Problemy intensivatsii tekhnologij vozdeleyvaniya zernovyh kul'tur v Sibiri [Tekst] / I. N. SHarkov // Innovatsii i prodovol'stvennaya bezopasnost'. – 2016. - №. 1. - S. 24-32.

19 Kurishbayev A. K., Chernenok V. G., Nurmanov Y. T., Persikova, T. F., Zhanzakov B. Z., Kuzdanova R. S., & Serikpaeva Z. K. Meaningful management of soil fertility and flax productivity // Arabian Journal of Geosciences - 2020. - Vol. 13. No. 16. P. 1-11.

20 Garcia R.A, Crusciol CAC, Calonego J.C and Rosolem C.A. Potassium cycling in a corn- brachiaria cropping system // European Journal of Agronomy - 2008. - Vol. 28. No. 4. P. 579-585.

21 Xu J., Han HF., Ning TY., Li ZJ and Lal R. Long-term effects of tillage and straw management on soil organic carbon, crop yield, and yield stability in a wheat-maize system // Field Crops Research - 2019. - Vol. 233. P. 33-40.

22 Zhu D., Zhang J., Lu J., Cong R., Ren T., Li X. Optimal potassium management strategy to enhance crop yield and soil potassium fertility under paddy-upland rotation // Journal of the Science of Food and Agriculture - 2021. - Vol. 101. No 8. P. 3404-3412.

23 YAkimenko V. N. Balans kaliya, urozhajnost' kul'tur i kalijnoe sostoyanie pochvy v dlitel'nom polevom opyte v lesostepi Zapadnoj Sibiri [Tekst] / V. N. YAkimenko // Agrohimiya. - 2019. - №. 10. - S. 16-24.

**ДӘСТҮРЛІ ЖӘНЕ ОРГАНИКАЛЫҚ ЕГІНШІЛІК ЖАҒДАЙЫНДА  
ЖАЗДЫҚ ТРИТИКАЛЕ ДАҚЫЛДАРЫНЫҢ ТОПЫРАҚТАҒЫ  
ҚОРЕКТІК ЗАТТАР БАЛАНСЫНЫҢ ҚАЛЫПТАСУ  
ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ**

*Назарова Перизат Ержанатқызы*

*"А.И. Бараев атындағы астық шаруашылығы  
ғылыми-өндірістік орталығы" ЖШС,  
Шортанды -1 ауылы, Қазақстан  
E-mail: [nazarova\\_perizat@mail.ru](mailto:nazarova_perizat@mail.ru)*

*Наздрачев Яков Павлович*

*Ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты,  
"А.И. Бараев атындағы астық шаруашылығы  
ғылыми-өндірістік орталығы" ЖШС,  
Шортанды -1 ауылы, Қазақстан  
E-mail: [yakov.n.81@mail.ru](mailto:yakov.n.81@mail.ru)*

*Мамыкин Евгений Владимирович*

*"А.И. Бараев атындағы астық шаруашылығы  
ғылыми-өндірістік орталығы" ЖШС,  
Шортанды -1 ауылы, Қазақстан  
E-mail: [mamykin\\_ev@mail.ru](mailto:mamykin_ev@mail.ru)*

## Түйін

Мақалада дәстүрлі және органикалық егіншілік жағдайында жаздық тритикале (*×Triticosecale*) өсіру кезінде топырақтағы қоректік заттардың балансын үш жылдық зерттеудің нәтижелері берілген. Баланс әдісінің мәні тыңайтқыштар мен тұқымдардағы азоттың, фосфордың және калийдің мөлшері баланстың кіріс бөлігінде, ал шығыс бөлігінде оларды жинаумен бірге алуы ескерілді. Қоректік заттар балансын қалыптастыруда негізгі рөлді өнім атқарды, ол дәстүрлі егіншілікте тәжірибелік нұсқалар бойынша орташа есеппен 2,54 т/га құрады, аңыз бойынша – 2,01 т/га, органикалық егіншілік жағдайында – 1,7 және 2,3 есе төмен болды. Тритикале дәнінің құрамындағы макроэлементтердің құрамында егіншілік жүйелері, алдыңғы дақыл және тәжірибелік нұсқалар арасында айырмашылықтар байқалмады және шамалы ауытқумен азот бойынша – 2,53-2,57%, фосфор бойынша – 0,40-0,43 және калий бойынша – 0,46-0,48% құрады. Дәстүрлі егіншілікте азот балансы тек N60 және N80 нұсқаларында (+13,9 және +53,3 кг/га) оң болды, фосфор балансы барлық нұсқаларда оң болды – +20,4...+22,1 кг/га болды. Калий балансы теріс болды – -20,2...-21,0 кг/га. Органикалық егіншілік жағдайында топырақта макроэлементтердің оң балансы қалыптасты: N үшін – +55,1...+90,4 кг/га, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> үшін – +5,7...+7,0 кг/га, және K<sub>2</sub>O үшін – +92,8...+133,5 кг /га.

**Кілт сөздер:** топырақ; азот; фосфор; калий; қоректік заттардың балансы; тыңайтқыштар; тритикале.

## FEATURES OF BALANCING NUTRIENTS IN THE SOILS UNDER THE SPRING TRITICALE IN THE CONDITIONS OF TRADITIONAL AND ORGANIC FARMING

*Nazarova Perizat Erjanatkyzy*  
"Scientific-Production Center of Grain Farming named after A.I. Barayev" LLP,  
Shortandy-1 settlement, Kazakhstan  
E-mail: [nazarova\\_perizat@mail.ru](mailto:nazarova_perizat@mail.ru)

*Nazdrachev Yakov Pavlovich*  
"Scientific-Production Center of Grain Farming named after A.I. Barayev" LLP,  
Shortandy-1 settlement, Kazakhstan  
E-mail: [yakov.n.81@mail.ru](mailto:yakov.n.81@mail.ru)

*Mamykin Evgenii Vladimirovich*  
"Scientific-Production Center of Grain



### **Abstract**

The article presents the results of a three-year study of the balance of nutrients in the soil in the cultivation of spring triticale (*×Triticosecale*) under conventional and organic farming. The essence of the balance method was that the content of nitrogen, phosphorus and potassium in fertilizers and seeds was taken into account in the input part of the balance and their removal with the crop - in the output part. The main role in the formation of the balance of nutrients was the yield, which under traditional farming on average for the variants of experience was the fallow - 2,54 t/ha, on stubble - 2,01 t/ha, under organic farming, it was lower at 1,7 and 2,3 times. There were no differences in the content of macro elements in triticale grain between cropping systems, predecessors and test variants and it was 2,53-2,57% for nitrogen, 0,40-0,43 for phosphorus and 0,46-0,48% for potassium with minor variations. Under traditional farming nitrogen balance was positive only in variants N60 and N80 (+13,9 and +53,3 kg/ha), and phosphorus in all variants +20,4 ... +22,1 kg/ha. Potassium balance was negative and amounted to -20,2 ... -21,0 kg/ha. Under organic farming conditions formed a positive balance of macro elements in the soil: for N – +55,1 ... +90,4 kg/ha, for P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – +5,7 ... +7,0 kg/ha and K<sub>2</sub>O – +92,8 ... +133,5 kg/ha.

**Key words:** soil; nitrogen; phosphorus; potassium; nutrient balance; fertilizer; triticale.