

# АГРОНОМИЯ

УДК 633.111.1:631.861  
DOI: 10.53083/1996-4277-2022-209-3-5-11

Е.С. Лыбенко, А.В. Созонтов, Р.Ф. Курбанов  
E.S. Lybenko, A.V. Sozontov, R.F. Kurbanov

## ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭФФЛЮЕНТА НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ (*TRITICUM AESTIVUM L.*) В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ВОСТОКА НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ РОССИИ

### STUDY OF EFFLUENT EFFECT ON GROWTH AND DEVELOPMENT OF SPRING SOFT WHEAT (*TRITICUM AESTIVUM L.*) UNDER THE CONDITIONS OF THE NORTH-EAST OF THE NON-CHERNOZEM ZONE OF RUSSIA

**Ключевые слова:** органические удобрения, эф-флюент, яровая мягкая пшеница, урожайность, эле-менты структуры продуктивности, биологизация земледелия.

В последнее время большое внимание уделяется вопросам экологической безопасности, в том числе в сельском хозяйстве. Свежий навоз относится ко второй категории объектов негативного воздействия на окружающую среду. Большинство предприятий в настоящее время осуществляют утилизацию навоза КРС путем складирования в лагунах на срок не менее 200 дней с целью пассивной ферментации. В последнее время все большее внимание уделяется биологическому преобразованию отходов жизнедеятельности животных и птиц в метан. Ценным продуктом, образующимся при ферментации навоза и иных отходов, является эф-флюент, который может использоваться как органическое удобрение. Целью исследований является изучение влияния различных доз эф-флюента на рост и развитие яровой мягкой пшеницы. Опыт был заложен на территории Агротехнопарка ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ в 2019-2020 гг. В результате установлено, что внутри-почвенное внесение эф-флюента в фазу полных всходов увеличивает выживаемость растений к моменту уборки, количество продуктивных стеблей, длину колоса; способствует сокращению продолжительности вегетационного периода; формированию более полного и выравненного зерна; влияет на урожайность

в большей мере при совместном применении с минеральными удобрениями.

**Keywords:** organic fertilizers, effluent, spring soft wheat, yielding capacity, yield formula, agriculture biologization.

Recently, much attention has been paid to environmental safety issues, including in agriculture. Fresh manure belongs to the second category of objects of negative impact on the environment. Most enterprises currently dispose of cattle manure by storing it in lagoons for a period of at least 200 days for the purpose of passive fermentation. Recently, more and more attention has been paid to the biological transformation of animal and poultry wastes into methane. A valuable product formed during the fermentation of manure and other wastes is an effluent that may be used as an organic fertilizer. The research goal is to study the effect of different rate of effluent on the growth and development of spring soft wheat. The experiment was conducted on the territory of the Agro-Technology Park of the Vyatka State Agrotechnological University in 2019 and 2020. It was found that subsurface application of effluent at full seedlings stage increased plant survival by the harvesting, contributed to reducing the growing season duration, increased the number of productive stems and spike length, contributed to the formation of heavier and even kernels, and affected the yield to a greater extent when combined with mineral fertilizers.

**Лыбенко Елена Сергеевна**, к.с.-х.н., доцент, ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Российская Федерация, e-mail: elenalybenko@rambler.ru.

**Созонтов Александр Владимирович**, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Российская Федерация, e-mail: a.v.sozontov@yandex.ru.

**Lybenko Elena Sergeevna**, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Vyatka State Agrotechnological University, Kirov, Russian Federation, e-mail: elenalybenko@rambler.ru.

**Sozontov Aleksandr Vladimirovich**, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Vyatka State Agrotechnological University, Kirov, Russian Federation, e-mail: a.v.sozontov@yandex.ru.

**Курбанов Рустам Файзулхакович**, д.т.н., профессор, ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Российская Федерация, e-mail: kurrust@mail.ru.

**Kurbanov Rustam Fayzulkhakovich**, Dr. Tech. Sci., Prof., Vyatka State Agrotechnological University, Kirov, Russian Federation, e-mail: kurrust@mail.ru.

### Введение

В последнее время большое внимание уделяется вопросам экологической безопасности, в том числе в сельском хозяйстве. Согласно Постановлению Правительства РФ от 28.09.2018 № 1029 «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий», свежий навоз относится ко второй категории объектов негативного воздействия на окружающую среду. Большинство предприятий в настоящее время осуществляют утилизацию навоза КРС путем складирования в лагунах на срок не менее 200 дней с целью пассивной ферментации.

По мнению В.Н. Афанасьева, при такой его переработке наблюдаются «...потери физической массы и питательных веществ при хранении», а при внесении в почву происходит «...только частичное усвоение питательных веществ растениями» [1]. Поэтому в последнее время все большее внимание уделяется биологическому преобразованию отходов жизнедеятельности животных и птиц в метан. В результате процесса анаэробного дигерирования биомасса разрушается естественными микроорганизмами в отсутствие кислорода. Эти микроорганизмы переваривают биомассу и выделяют обогащенный метаном газ (биогаз), который, если он собирается на биогазовой установке, может быть использован для получения возобновляемой энергии и тепла [2].

Еще одним ценным продуктом, образующимся при ферментации навоза и иных отходов, является эффлюент. Очень широкое распространение получило его использование в качестве органического удобрения [3]. В своей работе Ю.В. Караева и др. отмечают, что «...более полное усвоение питательных веществ растениями из навоза возможно только после процесса метанового сбраживания» [3]. Т.А. Sogn et al. акцентируют внимание на том, что «...использование эффлюента может заменить или, по крайней мере, сократить использование минеральных удобрений при выращивании сельскохозяйственных культур» [4]. В работе Р.Ф. Курбанова и др. отмечено, что «эффлюент не содержит семян сорных растений, а также яиц гельминтов и личинок, содержит достаточ-

ное количество питательных веществ, которые равномерно расходуются растениями в течение всего вегетационного периода, переходя из органических форм в минеральные» [5].

Поэтому в связи с наметившейся тенденцией биологизации земледелия актуален вопрос изучения применения эффлюента при выращивании сельскохозяйственных культур и внедрение его в существующие технологии возделывания.

**Целью** исследований является изучение влияния различных доз эффлюента на рост и развитие яровой мягкой пшеницы.

### Задачи:

- 1) оценить влияние эффлюента на выживаемость растений яровой мягкой пшеницы;
- 2) исследовать влияние эффлюента на продолжительность вегетационного периода яровой пшеницы;
- 3) оценить воздействие эффлюента на формирование элементов структуры продуктивности яровой пшеницы;
- 4) определить уровень изменения урожайности под влиянием эффлюента.

### Объекты и методы

Объектом исследования является яровая мягкая пшеница сорта Ирень и органическое удобрение на основе эффлюента. Удобрение соответствует полностью показателям безопасности, приведенным в ГОСТ 33380-2015 «Удобрения органические. Эффлюент. Технические условия». На рисунке 1 представлены результаты анализа эффлюента, проведенного ИЦ ФГБУ ГЦАС «Кировский» (данные предоставлены ООО «Сельхозбиогаз»).

Удобрение имеет щелочную реакцию среды и при внесении подщелачивает почву, что является особенно актуальным для кислых почв. Несмотря на то, что содержание действующих веществ ниже, чем в минеральных удобрениях, действие эффлюента безопаснее, так как он не содержит большого количества балластных веществ, тяжелых металлов и других опасных загрязнителей.

Соединения, содержащиеся в эффлюенте в виде органического вещества, макро- и микроэлементов, стабилизируют рост и развитие сельскохозяйственных культур, положительно влияют на почву и состав почвенной микрофлоры.

**1. Результаты испытаний на натуральную влажность**

Наименование показателя	НД на методы испытаний	Результат испытаний	Един. измер.
Массовая доля влаги	ГОСТ 26713-85	86,4	%
РН	ГОСТ 27979-88	8,8	ед.рН
Массовая доля золы	ГОСТ 26714-85	9,4	%
Массовая доля органического в-ва в пересчете на углерод	ГОСТ 27980-88	45,3	%
Массовая доля общего азота в абсол. сухом в-ве	ГОСТ 26715-85	2,1	%
Массовая доля аммонийного азота с исходной влажностью	ГОСТ 26716-85	0,09	%
Массовая доля общего фосфора в абсол. сухом в-ве	ГОСТ 226717-85	1,1	%
Массовая доля общего калия в абсол. сухом в-ве	ГОСТ 26718-85	3,5	%
Азот нитратный (натуральная влага)	МУ 5048-89	47	мг/кг
α-β-γ-ГХЦГ (натуральная влага)	МУ 2142-80 МЗ СССР	не обн.	мг/кг
ДДТ, ДДЭ, ДДД	МУ 2142-80 МЗ СССР	не обн.	мг/кг
Свинец (натуральная влага)	ФР.1.31.2007.04106	менее 2,0	мг/кг
Кадмий (натуральная влага)	ФР.1.31.2007.04106	менее 0,10	мг/кг
Ртуть (натуральная влага)	МИ 2740-2002	0,003	мг/кг
Мышьяк (натуральная влага)	ФР.1.31.2009.06624	менее 0,10	мг/кг
Cs - 137	МИ ВНИИФТРИ 07.05.96	менее 2,0	Бк/кг
Sr- 90	МИ ВНИИФТРИ 05.05.96	менее 4,0	Бк/кг

Протокол касается только образцов, подвергнутых испытаниям. Частичная перепечатка протокола без разрешения испытательного центра запрещена.

Зам. начальника Испытательного центра  Е.А.Бахарева

Лист 1 из 1

**Рис. 1. Результаты анализа эффлюента, полученного из навоза КРС**

Опыт был заложен на территории Агротехнопарка ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ в 2019-2020 гг. Почвы участка дерново-среднеподзолистые среднесуглинистые. Обеспеченность почв фосфором средняя (104,8 мг/кг почвы), калием – также средняя (129,6 мг/кг почвы). Содержание органического вещества 2,1%. Глубина пахотного слоя в среднем составляет 22 см. Реакция почвенного раствора слабокислая (рН 5,3). Предшественник – озимая рожь. Предпосевная обработка почвы включала ранневесеннее боронование, культивацию, комбинированную обработку. Расположение делянок – систематическое. Способ посева – рядовой с междурядьями 15 см. Посев проведен в начале второй декады мая. Учетная площадь делянок 50 м<sup>2</sup>. Опыт был заложен в 4-кратной повторности. Семена пшеницы высевались селекционной сеялкой ССФК-7. При этом посев семян и внесение минеральных удобрений проводили одновременно, а внесение органического удобрения на основе эффлюента осуществляли внутрпочвенно в междурядье после появления полных всходов. Глубина заделки семян и удобрений – 6 см, глубина внесения органического удобрения на основе эффлюента – 8 см. В качестве машины для внесения эффлюента использовался культиватор-инъектор VIBRO INJECTOR VI2011, на который дополнительно была установлена бочка-

цистерна. Эффлюент вносился 4 центральными выводами, а остальные были отключены [6]. Учеты и наблюдения проведены в соответствии с общепринятыми методиками, Математическая обработка – методами статистического и дисперсионного анализа [7].

Схема опыта:

Контроль – без внесения удобрений.

Вариант 1 – внесение эффлюента в дозе 2 л/м<sup>2</sup>.

Вариант 2 – внесение эффлюента в дозе 4 л/м<sup>2</sup>.

Вариант 3 – внесение эффлюента в дозе 1 л/м<sup>2</sup> + минеральное удобрение в дозе N<sub>20</sub>P<sub>20</sub>K<sub>20</sub> кг д.в/га.

Вариант 4 – внесение эффлюента в дозе 2 л/м<sup>2</sup> + минеральное удобрение в дозе N<sub>40</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub> кг д.в/га.

### Результаты и их обсуждение

Метеоусловия в годы проведения опыта (рис. 2, 3) оказали влияние на рост и развитие пшеницы.

Согласно данным Кировского ЦГМС, погодные условия мая 2019 и 2020 гг. способствовали дружному появлению всходов растений. Однако в июне 2019 г. на рост и развитие растений негативное влияние оказало недостаточное количество влаги в почве. В июне 2020 г. погодные

условия отличались изменчивым характером – наблюдались резкие колебания среднесуточной температуры воздуха и количества осадков, что также повлияло на рост и развитие растений. В июле и августе 2019-2020 гг. погодные условия незначительно отличались от климатической нормы, что способствовало формированию и наливу зерна. В целом в годы проведения опыта метеоусловия были благоприятными для роста и развития яровой пшеницы.

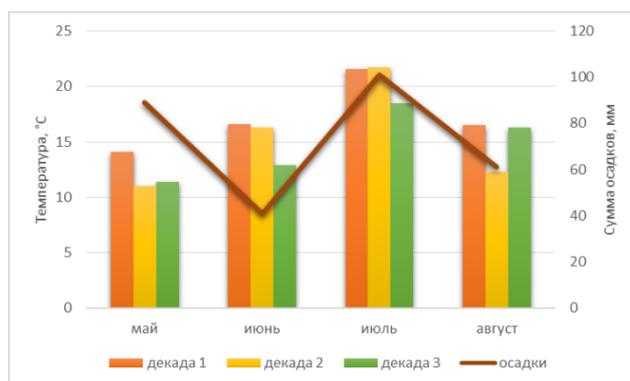
Полевая всхожесть в среднем за годы исследований соответствовала обычно наблюдаемой

и колебалась от 69 до 78%. Максимальное значение полевой всхожести отмечено при совместном внесении минеральных удобрений и эффлюента (вариант 4) – 74% в среднем за годы исследований.

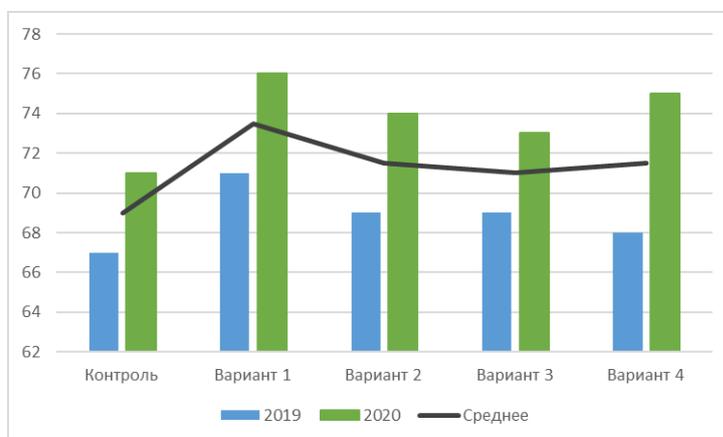
Выживаемость растений к уборке на опытных вариантах также является более высокой (рис. 4), по сравнению с контролем. В среднем за 2019-2020 гг. этот показатель у исследуемых вариантов был выше, чем у контроля. Большая выживаемость отмечена при внесении эффлюента в дозе 2 л/м<sup>2</sup>.



**Рис. 2. Температура воздуха и количество осадков за вегетационный период 2019 г. (г. Киров)**



**Рис. 3. Температура воздуха и количество осадков за вегетационный период 2020 г. (г. Киров)**



**Рис. 4. Выживаемость растений яровой мягкой пшеницы, %**

В среднем за годы исследований продолжительность периода всходы-колошение у контроля составила 43 сут., у изучаемых вариантов – 41-42 сут. (табл. 1). Сокращение этого периода произошло за счет более раннего появления всходов на посевах яровой пшеницы, обусловленного внесением эффлюента. На посевах пшеницы продолжительность периода колошение-созревание у контроля составила 41 сут., у вариантов с внесением эффлюента – на 1-3 сут. короче. На посевах яровой пшеницы общая

продолжительность вегетационного периода составила у контроля 91 сут., у изучаемых вариантов вегетационный период сократился по сравнению с контролем на 4-6 сут. Таким образом, отмечено, что внесение эффлюента при посеве ускоряет появление всходов в полевых условиях, способствует более быстрому созреванию зерна.

Урожайность зерна яровой мягкой пшеницы у контроля изменялась по годам от 1,9 до 2,2 т/га и составила в среднем 2,1 т/га (табл. 2, рис. 5).

Таблица 1

Продолжительность вегетационного и межфазных периодов, сут. (в среднем за 2019-2020 гг.)

Вариант	Продолжительность периода, сут.		Вегетационный период, сут.
	всходы-колошение	колошение-созревание	
Контроль	43	47	91
Вариант 1	41	46	87
Вариант 2	42	45	87
Вариант 3	41	44	85
Вариант 4	41	44	85

Таблица 2

Урожайность зерна и элементы структуры продуктивности

Вариант	Урожайность, т/га	Продуктивная кустистость, шт.	Длина колоса, см	Число колосков в колосе, шт.	Число зерен с колоса, шт.
Контроль	2,1	1,6±0,13	8,6±0,16	21,3±0,28	30,0±0,31
Вариант 1	2,5*	1,9±0,21	9,7±0,25**	22,6±0,32	30,6±0,32
Вариант 2	2,9**	1,9±0,29	9,7±0,25**	21,8±0,33	31,5±0,45**
Вариант 3	4,1***	2,0±0,14*	9,9±0,19***	22,0±0,31	30,9±0,22*
Вариант 4	4,9***	2,2±0,17**	9,9±0,28***	22,9±0,36***	31,1±0,91
НСР05	0,24				

Примечание. \*уровень вероятности  $P > 0,95$ ; \*\*уровень вероятности  $P > 0,99$ ; \*\*\*уровень вероятности  $P > 0,999$ ; \*уровень достоверности 0,95 (95,0%); \*\*уровень достоверности 0,99 (99,0%); \*\*\*уровень достоверности 0,999 (99,9%).

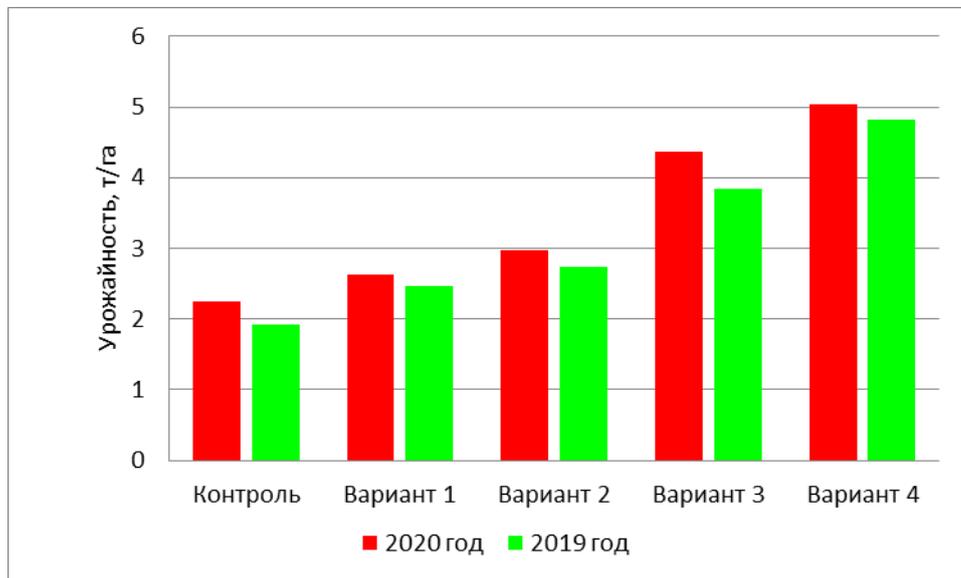


Рис. 5. Урожайность зерна яровой мягкой пшеницы, т/га

Внесение эффлюента привело к росту урожайности. Больше всего разница между урожайностью контроля и варианта проявилась при внесении эффлюента совместно с минеральными удобрениями. В варианте 3 урожайность зерна в среднем за годы исследований составила 4,1 т/га (достоверно выше контроля на

97,4%), а в варианте 4 – 4,9 т/га (достоверно выше контроля в 1,37 раза).

Продуктивная кустистость пшеницы у контроля составила 1,6 шт. Максимальное число продуктивных стеблей (2,2 шт.) образовалось у варианта 4 (сочетание применения эффлюента в дозе 2 л/м<sup>2</sup> с минеральными удобрениями в дозе N<sub>40</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub> кг д.в/га). Прослеживается четкая

зависимость увеличения количества продуктивных стеблей от дозы эффлюента. Причем больший эффект от его применения наблюдается в сочетании с минеральными удобрениями.

Длина колоса при использовании эффлюента достоверно выше во всех вариантах опыта. Наибольшим этот показатель оказался в вариантах, сочетающих применение органических (эффлюент) и минеральных форм удобрений (варианты 3 и 4 – 9,9 см в среднем за 2019-2020 гг.). Это на 16% длиннее, чем у контроля без использования удобрений.

Число колосков в колосе яровой мягкой пшеницы у контроля 21,3 шт. Все изучаемые варианты превышают контроль по этому показателю. Значения вариантов 1-3 находятся в пределах ошибки опыта, и только вариант 4 отличается достоверным превышением. У него число колосков в колосе в среднем 22,9 шт., что на 7,5% выше, чем у контроля.

Число полноценных зерен с колоса у контроля 30,0 шт. Наибольшее число зерен сформировалось в вариантах 2 (31,5 шт.) и варианте 4 (31,1 шт.). Однако в данном случае нельзя говорить о сильном влиянии эффлюента на количество полноценных зерен в колосе. Эффект присутствует, но выражен слабо. Максимальная масса зерна с главного колоса отмечена в варианте 4 (1,18 г). Варианты с применением эффлюента в чистом виде также отличались большей массой зерна с главного колоса – на 6-7% по сравнению с контролем (1,04 г).

### Выводы

1. Внутрипочвенное внесение эффлюента в фазу полных всходов увеличивает выживаемость растений к моменту уборки. Максимальное значение выживаемости отмечено в варианте с внесением эффлюента в дозе 2 л/м<sup>2</sup>.

2. Внесение эффлюента способствует сокращению продолжительности вегетационного периода яровой пшеницы за счет более быстрого созревания зерна. У изучаемых вариантов вегетационный период сократился по сравнению с контролем на 4-6 сут.

3. Отрицательного воздействия эффлюента на элементы структуры продуктивности не выявлено. Применение его как в чистом виде, так и в сочетании с минеральными удобрениями в начальные периоды роста и развития растений увеличивает количество продуктивных стеблей, длину колоса, способствует формированию бо-

лее полновесного и выравненного зерна. Наиболее сильно этот эффект проявляется в варианте 4 – с применением эффлюента в дозе 2 л/м<sup>2</sup> в сочетании с минеральными удобрениями в дозе N<sub>40</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub> кг д.в/га.

4. Максимальная разница между урожайностью контроля и варианта проявилась при внесении эффлюента совместно с минеральными удобрениями. При внесении эффлюента в дозе 1 л/м<sup>2</sup> в сочетании с минеральным удобрением в дозе N<sub>20</sub>P<sub>20</sub>K<sub>20</sub> кг д.в/га урожайность зерна в среднем за годы исследований составила 41,1 ц/га, а в дозе 2 л/м<sup>2</sup> в сочетании с минеральным удобрением в дозе N<sub>40</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub> кг д.в/га – 49,3 ц/га.

### Библиографический список

1. Афанасьев, В. Н. Анализ состояния и пути снижения экологической нагрузки сельскохозяйственного производства на природную среду / В. Н. Афанасьев. – Текст: электронный // Агро-ЭкоИнженерия. – 2003. – № 75. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-sostoyaniya-i-puti-snizheniya-ekologicheskoy-nagruzki-selskohozyaystvennogo-proizvodstva-na-prirodnuyu-sredu> (дата обращения: 10.12.2021).
2. Wentzel, S., Joergensen, R. (2016). Effects of biogas and raw slurries on grass growth and soil microbial indices. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 179. DOI: 10.1002/jpln.201400544.
3. Караева, Ю. В. Возможности применения эффлюента биогазовой установки / Ю. В. Караева, С. С. Тимофеева, М. Ф. Гильфанов. – Текст: непосредственный // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 2 (50). – С. 68-74. – DOI 10.18286/1816-4501-2020-2-68-74.
4. Trine, S., Dragicevic, I., Linjordet, R., et al. (2018). Recycling of biogas digestates in plant production: NPK fertilizer value and risk of leaching. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*. 7. DOI: 10.1007/s40093-017-0188-0.
5. Биогазовый эффлюент – основа органического земледелия / Р. Ф. Курбанов, А. В. Созонтов, Е. С. Лыбенко, И. В. Маракулина. – Текст: непосредственный // Экономическая безопасность агропромышленного комплекса: проблемы и направления обеспечения: сборник научных трудов I Национальной научно-практической конференции (г. Киров, 01 января – 31 декабря 2021 г.). – Киров: Вятский гос. агро-технологический ун-т, 2021. – С. 178-181.

6. Курбанов, Р. Ф. Влияние эфлюента на рост и развитие ярового ячменя в условиях Северо-Востока Нечерноземной зоны России / Р. Ф. Курбанов, А. В. Созонтов, Е.С. Лыбенко. – Текст: электронный // Пермский аграрный вестник. – 2021. – № 3 (35). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-efflyuenta-na-rost-i-razvitie-yarovogo-yachmenya-v-usloviyah-severo-vostoka-nечерноземной-zony-rossii> (дата обращения: 20.12.2021).

7. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – Москва, 2012. – 352 с. – Текст: непосредственный.

### References

1. Afanasev V.N. Analiz sostoianiia i puti snizheniia ekologicheskoi nagruzki selskokhoziaistvennogo proizvodstva na prirodnuu sredu // AgroEkolnzheneriia. – 2003. – No. 75. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-sostoyaniya-i-puti-snizheniya-ekologicheskoy-nagruzki-selskokozyaystvennogo-proizvodstva-na-prirodnuyu-sredu> (data obrashcheniia: 10.12.2021).

2. Wentzel, S., Joergensen, R. (2016). Effects of biogas and raw slurries on grass growth and soil microbial indices. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 179. DOI: 10.1002/jpln.201400544.

3. Karaeva, Iu.V. Vozmozhnosti primeneniia effluenta biogazovoi ustanovki / Iu.V. Karaeva,

S.S. Timofeeva, M.F. Gilfanov // Vestnik Ulianovskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii. – 2020. – No. 2 (50). – S. 68-74. – DOI 10.18286/1816-4501-2020-2-68-74.

4. Trine, S., Dragicevic, I., Linjordet, R., et al. (2018). Recycling of biogas digestates in plant production: NPK fertilizer value and risk of leaching. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*. 7. DOI: 10.1007/s40093-017-0188-0.

5. Biogazovyi effluent – osnova organicheskogo zemledelii / R.F. Kurbanov, A.V. Sozontov, E.S. Lybenko, I.V. Marakulina // Ekonomicheskaiia bezopasnost agropromyshlennogo kompleksa: problemy i napravleniia obespecheniia: sbornik nauchnykh trudov I Natsionalnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Kirov, 31 ianvaria 2021 goda. – Kirov: Viatskii GATU, 2021. – S. 178-181.

6. Kurbanov R.F., Sozontov A.V., Lybenko E.S. Vliianie effluenta na rost i razvitie iarovogo iachmenia v usloviakh Severo-Vostoka Nечерноземной зоны России // Permskii agrarnyi vestnik. – 2021. – No. 3 (35). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-efflyuenta-na-rost-i-razvitie-yarovogo-yachmenya-v-usloviyah-severo-vostoka-nечерноземной-zony-rossii> (data obrashcheniia: 20.12.2021).

7. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezultatov issledovaniia) / B.A. Dospekhov. – Moskva, 2012. – 352 s.



УДК 635.21:631.559.2:631.8(574.25)  
DOI: 10.53083/1996-4277-2022-209-3-11-17

С.К. Абеуов, О.Д. Шойкин, В.А. Камкин  
S.K. Abeuov, O.D. Shoykin, V.A. Kamkin

## ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖДУ ХИМИЧЕСКИМ СОСТАВОМ РАСТЕНИЙ И ВЕЛИЧИНОЙ УРОЖАЯ КАРТОФЕЛЯ НА КАШТАНОВЫХ ПОЧВАХ ПАВЛОДАРСКОЙ ОБЛАСТИ

### RELATIONSHIP BETWEEN PLANT CHEMICAL COMPOSITION AND POTATO YIELD VALUES ON THE CHESTNUT SOILS OF THE PAVLODAR REGION

**Ключевые слова:** картофель, минеральное питание, азот, фосфор, урожайность, уровни связи, питание, химический состав, азотно-фосфорные удобрения, уравнения регрессии.

Представлены результаты многолетних исследований по изучению действия минеральных удобрений под картофель сорта Гала в условиях Павлодарской области Республики Казахстан. При этом были установлены

высокие связи между химическим составом растения картофеля по азоту, фосфору и калия в определенные фазы роста и развития культуры. В почве и растениях ежесекундно происходят различные химические и биохимические процессы превращения веществ. От того, как происходят процессы и как они протекают, зависит продуктивность растений ( $y$ ), так как она есть функция химического состава ( $x$ ) листьев –  $y = f \cdot x$ . Теоретические основы растительной диагностики базируются на