

УДК 633.25: 631.43

**Физико-химическая оценка почвы в технологии выращивания озимого  
тритикале***Захаров В.Л.<sup>1</sup>, Виноградов Д.В.<sup>2,3</sup>, Чернопятов С.С.<sup>3</sup>, Зубкова Т.В.<sup>1</sup>, Гогмачадзе Г.Д.<sup>4</sup>,  
Гончаров В.М.<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Елецкий государственный университет имени И.А. Бунина**<sup>2</sup>Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова**<sup>3</sup>Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева**<sup>4</sup>АгроЭкоИнфо***Аннотация**

*В опыте установлено, что показатели продуктивности надземной массы озимого тритикале сорта Трибун и содержание в их растительных тканях азота, фосфора и калия в целом согласуются с водно-физическими, физико-химическими показателями и с данными бонитировки почв. Установлено, что не получено различий в массе зелёных листьев и сухой массе надземной части тритикале на чернозёме типичном агроценоза и целины. Из лесных почв наименьшая масса листьев тритикале получена на серой лесной и дерновой аллювиальной, а наибольшая – на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. На аллювиальной луговой почве такого же легкосуглинистого гранулометрического состава также получены растения с массивными листьями. Содержание воды в листьях тритикале, как правило, не зависит от плодородия почвы. Лишь на чернозёмно-луговой почве приствольных полосах яблоневого сада, в отличие от междурядной почвы оводнённость листьев оказалась существенно выше. Это можно объяснить менее кислой реакцией, большей гигроскопичностью и содержанием азота в почве приствольной полосы. Резюмируя, растения озимого тритикале рекомендуется использовать как тест-культуру при оценке степени окультуренности почв.*

**Ключевые слова:** ОЗИМАЯ ТРИТИКАЛЕ, СТЕПЕНЬ ОКУЛЬТУРЕННОСТИ, БИОИНДИКАЦИЯ, ЯБЛОНЕВЫЙ САД, ЕСТЕСТВЕННЫЕ УГОДЬЯ

---

## **Введение**

Окультуренности почв – это целый комплекс показателей: степень водной эродированности, степень диспергированности глины, оструктуренность почвы, состояние углерода, кислотность, пористость, скорость диффузии кислорода, степень гумификации и соотношение гуминовых кислот, фульвокислот и гумина, содержание органического углерода, азота и фосфора, водопрочность агрегатов, твёрдость почвы [1-6]. Также показателями окультуренности почв могут выступать фракционный состав углерода, индекс Шеннона-Уивера, характеризующий микробное разнообразие, численность микроорганизмов и степень денитрификации почвы, подвижность железа и алюминия, фракционный состав гумуса и структурный состав почвы, содержание гумуса и калия, степень минерализации органического вещества и другие параметры [7-13]. На основе соотношения органического углерода в почве и физической глины можно судить о степени деградации и потенциальной буферности почвы [14-21].

Резюмируя научные источники отечественных и зарубежных ученых, констатируем, что рекомендуется выбирать в качестве биоиндикаторов на загрязнённость почвы кадмием, никелем, кобальтом, свинцом различные сельскохозяйственные растения, в числе которых могут выступать озимые зерновые культуры [22-27].

**Цель работы** – определить физико-химические показатели различных типов и подтипов почв, где в качестве биоиндикатора выступают растения озимого тритикале.

## **Объекты и методы исследований**

Полевые опыты проведены в условиях Липецкой и Тамбовской областей в 2013–2022 годах в плодородческих сельскохозяйственных предприятиях. Почвенные пробы были отобраны на участках, где располагались двадцатилетние плодовые сады. Апробируемые почвы - лугово-чернозёмные, чернозёмы типичные, выщелоченные и оподзоленные, чернозёмно-луговые и серые лесные. В плодородческих посадках между рядами содержались под чёрным паром.

В данной работе применялись методы биоиндикации, а в качестве растения-биоиндикатора использовалась озимое тритикале сорт Трибун.

Почва приствольных полос, между рядов и в целинном состоянии, отобранная со слоя 0–20 см гумусовых горизонтов помещалась в вегетационные сосуды для посева на

ней тритикале. Была проведена растительная диагностика [28, 29]. Математическую обработку полученных данных обрабатывали по методике Доспехова [30].

### Результаты исследований

В опыте с тритикале в отобранных для эксперимента почвенных разностях проанализированы физико-химические свойства, а также гигроскопическая (Г), максимальная гигроскопическая (МГ) и наименьшая (НВ) влагоёмкость (табл. 1).

Таблица 1. Физико-химические свойства и влагоёмкость почв (2013–2022 гг.)

Тип почвы	Гумус, %	pH <sub>KCl</sub>	Щелочно-гидролизуемый азот	Подвижный фосфор	Обменный калий	Влагоёмкость почвы, % от массы сухой почвы		
						Г	МГ	НВ
			мг / 100 г почвы					
1	7,45	5,72	40,04	26,04	26,84	7,24	12,03	43,30
2	6,01	5,9	46,6	9,54	8,06	7,38	12,19	42,94
3	5,28	6,23	13,0	5,16	10,82	6,22	8,24	30,34
4	3,5	5,79	24,38	10,29	12,51	3,12	7,39	21,44
5	4,62	5,94	29,74	14,34	38,66	5,57	8,02	27,16
6	3,8	5,7	24,0	4,4	11,3	10,67	8,22	23,54
7	5,8	5,9	34,3	15,2	20,9	2,6	5,72	23,7
8	5,7	5,72	38,1	15,8	21,4	7,92	6,67	23,61
9	2,3	4,6	16,4	4,6	4,4	1,5	1,5	14,7
10	2,4	5,6	15,5	6,4	6,5	1,6	3,8	22,6
11	1,0	5,3	14,1	6,6	14,8	1,9	2,8	17,0
12	3,8	5,1	28,3	14,2	11,6	3,7	12,7	30,8
13	3,3	6,0	18,4	9,6	14,4	1,2	2,9	18,2
14	3,2	5,1	23,8	11,6	8,4	2,0	5,0	18,5

*Примечание:* 1 - чернозём типичный (высокая степень окультуренности), 2 – чернозём типичный (низкая степень окультуренности), 3 - лугово-чернозёмная среднеподзоленная почва (высокая степень окультуренности), 4 – лугово-чернозёмная среднеподзоленная почва (низкая степень окультуренности), 5 – лугово-чернозёмная среднеподзоленная почва (средняя степень окультуренности), 6 - чернозёмно-луговая сильнооподзоленная (высокая степень окультуренности), 7 – чернозёмно-луговая сильнооподзоленная (низкая степень окультуренности), 8 – чернозёмно-луговая сильнооподзоленная (средняя степень окультуренности), 9 - светло-серая лесная (высокая степень окультуренности), 10 - серая лесная (высокая степень окультуренности), 11 - аллювиальная луговая (высокая степень окультуренности), 12 - дерново-подзолистая (высокая степень окультуренности), 13 - дерново-подзолистая на аллювии (высокая степень окультуренности), 14 - дерновая аллювиальная (высокая степень окультуренности).

По мере снижения содержания гумуса, азота, гигроскопической, максимальной гигроскопической и наименьшей влагоёмкости почвы располагаются: чернозём типичный > лугово-чернозёмная, чернозёмно-луговая, дерново-подзолистые, дерновая аллювиальная > серые лесные > аллювиальная луговая. Наименьшее содержание фосфора отмечено в чернозёмно-луговой, серых лесных и аллювиальной луговой, калия – в серых лесных почвах, наивысшая гидролитическая кислотность – в чернозёмно-луговой (12,6 мг-экв / 100 г почвы), а сумма обменных оснований – в чернозёме типичном. Обменная кислотность благоприятнее в чернозёме типичном, чернозёмно-луговой и лугово-чернозёмной почве. Свойства почвы междурядий яблоневых садов менее благоприятны, чем целины. Почва приствольных полос уступает целинной, но благоприятнее междурядной. Масса листьев у тритикале на лугово-чернозёмной и чернозёмно-луговой почвах из целины и приствольных полос сада существенно больше, чем на почвах междурядий (табл. 2).

Таблица 2. Величина и качество надземной массы озимой тритикале в фазе кушения в зависимости от состояния и типа почвы (2012–2022 гг.)

Тип почвы	Масса зелёных листьев, г/сосуд	Оводнённость листьев, %	Сухая масса надземной части, г/сосуд	Содержание в листьях, (общие формы) %		
				азот	фосфор	калий
1	10,0	85,5	2,3	2,34	1,5	0,5
2	10,3	85,5	2,4	0,9	0,8	0,5
3	11,0	86,0	2,1	1,7	1,2	0,6
4	8,3	85,4	2,2	0,8	1,0	0,5
5	9,8	86,4	2,7	1,1	1,2	0,6
6	11,3	86,7	2,7	1,5	1,1	0,5
7	7,1	85,2	1,8	0,8	1,0	0,6
8	11,8	87,3	2,3	1,3	1,1	0,6
9	12,4	86,6	2,4	0,8	0,1	0,5
10	9,4	85,4	2,4	0,24	0,1	0,3
11	12,5	87,2	1,2	0,8	0,1	0,5
12	13,5	86,2	2,6	1,3	1,2	0,6
13	10,7	87,0	2,0	1,1	0,1	0,4
14	9,7	85,2	2,5	1,1	0,1	0,5
НСР <sub>05</sub>	1,2	2,1	0,2	0,2	0,3	0,5
НСР %	11,0	2,5	6,9	4,0	4,5	5,1

Примечание: номера вариантов аналогичны таблице 1.

Установлена тесная зависимость между бонитетом почв и сухой массой надземной части тритикале ( $r=0,6$ ), содержанием в листьях общего фосфора ( $r=0,7$ ) и калия ( $r=0,6$ ).

Не получено различий в массе зелёных листьев и сухой массе надземной части тритикале на чернозёме типичном агроценоза и целины. Из лесных почв наименьшая масса листьев тритикале получена на серой лесной и дерновой аллювиальной, а наибольшая – на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. На аллювиальной луговой почве такого же легкосуглинистого гранулометрического состава также получены растения с массивными листьями.

Установлено, что содержание воды в листьях тритикале, как правило, не зависит от плодородия почвы. Лишь на чернозёмно-луговой почве приствольных полос яблоневого сада, в отличие от междурядной почвы оводнённость листьев оказалась существенно выше. Это можно объяснить менее кислой реакцией, большей гигроскопичностью и содержанием азота в почве приствольной полосы.

Сухая масса надземной части тритикале, выращенной на почвах из междурядий существенно ниже, чем при выращивании на почвах приствольных полос сада. На дерново-подзолистой легкосуглинистой почве надземная масса существенно выше, чем на той же почве супесчаного гранулометрического состава. Наименьшая сухая масса надземной части тритикале получена на междурядной чернозёмно-луговой, а также на самой неплодородной почве - аллювиальной луговой.

Содержание общего азота и калия в листьях тритикале находилось на очень низком уровне. Уровень содержания фосфора в листьях высокий, кроме растений, выращенных на лесных (серая, светло-серая, дерново-подзолистая на аллювии и дерновая аллювиальная) и аллювиальной луговой почве. Здесь уровень фосфора в листьях тритикале очень низкий. Указанные почвы объединяет песчаный или супесчаный гранулометрический состав и наименее благоприятные физико-химические показатели. Наиболее высокое содержание азота и фосфора в листьях у растений на целинных чернозёмных почвах, особенно на чернозёме типичном.

Растения, выращенные на более лёгкой (супесчаной) дерново-подзолистой почве, содержат в листьях меньше азота, фосфора и калия, чем растения на легкосуглинистой дерново-подзолистой почве.

Содержание калия в листьях растений, выращенных на лесных почвах, как правило, ниже, чем на чернозёмных. Это объясняется более лёгким гранулометрическим

составом лесных почв. Содержание общего азота и фосфора в листьях тритикале, произрастающего на почвах междурядий яблоневых садов ниже, чем у растений на почвах из приствольных полос и целинного состояния. Подобная закономерность по калию у растений отмечена лишь на лугово-чернозёмной почве. В фазе кущения тритикале образует наиболее массивные листья на почвах более тяжёлого гранулометрического состава (легкосуглинистые), находящихся в целинном виде или в приствольных полосах яблоневого сада, где почвы по своим свойствам близки к целинным аналогам.

### **Заключение**

По результатам опыта окультуренность почв яблоневых садов наиболее заметна на лугово-чернозёмных и чернозёмно-луговых почвах, а степень окультуренности почв влияет на вегетативную массу и содержание в ней минеральных элементов у озимого тритикале. Показатели продуктивности надземной массы озимого тритикале сорта Трибун и содержание в их растительных тканях азота, фосфора и калия в целом согласуются с водно-физическими, физико-химическими показателями и с данными бонитировки почв. Таким образом растения озимого тритикале рекомендуется использовать как тест-культуру при оценке степени окультуренности почв.

### **Список использованных источников:**

1. Larina G.E., Seraya L.G., Ivanova I.O., Poddymkina L.M., Vershinin V.V. Microbial complex adaptation in soils of different cultivation degrees // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. - 2020. - Vol. 579. - No 1.

2. Ильинский А.В., Виноградов Д.В., Балабко П.Н. Некоторые аспекты обоснования системы комплексного контроля при проведении мероприятий по реабилитации техногенно загрязнённых земель // Вестник РГАТУ. – 2015. – № 4(28). – С. 8–13.

3. Zubkova T.V., Vinogradov D.V., Zakharov V.L. Microelement composition of spring rape plants depending on the specified experimental conditions // Improving Energy Efficiency, Environmental Safety and Sustainable Development in Agriculture: International Scientific and Practical Conference. – London: IOP Publishing Ltd, 2022. – P. 012094.

4. Виноградов Д.В., Ильинский А.В. Экология агроэкосистем. – Рязань: ИП Жуков В.Ю., 2020. – 256 с.

5. Захарова О.А. Экологическое использование сельскохозяйственных культур почвозащитного севооборота в зоне техногенного загрязнения / О.А. Захарова, Д.В. Виноградов // Международный технико-экономический журнал. – 2009. – № 5. – С. 71–72.
6. Виноградов Д.В. Научно-практические аспекты интродукции масличных культур в южной части Нечерноземной зоны России // Интродукция растений: теоретические, методические и прикладные проблемы: Межд. конф. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2009. – С. 16–18.
7. Щур А.В., Виноградов Д.В., Казаченок Н.Н. [и др.] Экология. – Могилев-Рязань — Москва: РГАТУ, 2016. – 187 с.
8. Крючков М.М., Мастеров А.С., Виноградов Д.В., Лупова Е.И. и др. Системы обработки почв. – Горки-Рязань: ИП Коняхин А.В. (Book Jet), 2021. – 268 с.
9. Щур А.В., Валько В.П., Виноградов Д.В. Экологические последствия развития интенсивного земледелия в Республике Беларусь // Проблемы региональной экологии. - 2016. - № 3. - С. 36–40.
10. Щур А.В., Виноградов Д.В., Валько В.П. Целлюлозолитическая активность почв при различных уровнях агротехнического воздействия // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. - 2015. - № 7 (106). - С. 45–49.
11. Pita-Barbosa A. Goncalves E.C. Azevedo A.A. Morpho-anatomical and growth alterations induced by arsenic in *Cajanus cajan* (L.) DC (Fabaceae) // Environmental science and pollution research. - 2015. - V. 22. - Issue 15. - P. 11265-11274.
12. Vinogradov D., Polyakov A., Kuntsevich A. Influence of technology of growing on yield and oil chemical composition of linseed in Non-chernozem zone of Russia // Journal of Agricultural Sciences. – 2012. – Vol. 57, No. 3. – P. 135-142.
13. Захаров В.Л., Солдатова Т.А. Органолептические и химические показатели чаёв из ферментированных листьев различных растений Липецкой области // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2016. – № 1–5.
14. Пугачев Г.Н., Захаров В.Л. Водный режим луговато-чернозёмной почвы под влиянием яблоневого агроценоза // Проблемы устойчивого функционирования водных и наземных экосистем: Межд. науч. конф. – Ростов-на-Дону: Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства, 2006. – С. 346–348.
15. Xia R., Shi D., Ni S., Wang R., Zhang J., Song G. Effects of soil erosion and soil amendment on soil aggregate stability in the cultivated-layer of sloping farmland in the Three Gorges Reservoir area // Soil and Tillage Research. - 2022. - Vol. 223. Article 105447.
16. Габибов М.А., Виноградов Д.В., Бышов Н.В. Растениеводство // Учебник ФГБОУ ВО РГАТУ. - Рязань, 2019. – 302 с.
17. Виноградов Д.В. Перспективы и основные направления развития производства масличных культур в Рязанской области / Д.В. Виноградов, П.Н. Ванюшин // Вестник РГАТУ. – 2012. – № 1(13). – С. 62–65.

18. Соколов А.А., Сазонкин К.Д., Лупова Е.И., Евсенина М.В., Виноградов Д.В., Ушаков Р.Н., Ступин А.С., Ручкина А.В. Выращивание зерновых культур // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий. - Рязань. - 2023. - С. 394–399.

19. Виноградов Д.В. Биохимическая оценка семян масличных культур юга Нечерноземья России // Молодежь и инновации - 2009: Межд. науч.-практич. конф. – Горки, 2009. – С. 28–30.

20. Tarchitzky J., Hatcher P.G., Chen Y. Properties and distribution of humic substances and inorganic structure-stabilizing components in particle-size fractions of cultivated Mediterranean soils // Soil science. - 2000. - Vol. 165 (4). - Pp. 328-342.

21. Vinogradov D., Lupova E., Khromtsev D., Vasileva V. The influence of biostimulants on productivity of coriander in the non-chernozem zone of russia // Bulgarian Journal of Agricultural Science. – 2018. – Vol. 24, No. 6. – P. 1078-1084.

22. Троц Н.М., Габибов М.А., Виноградов Д.В. Агрохимия. – Кинель: Самарский государственный аграрный университет, 2021. – 165 с.

23. Vinogradov D.V., Vysotskaya E.A., Naumtseva K.V., Lupova E.I. Features of using modern multicomponent liquid fertilizers in white mustard agrocoenosis // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: 6th International Conference on Agriproducts Processing and Farming. – Voronezh: Institute of Physics Publishing, 2020. – P. 012014.

24. Zakharov V.L., Zubkova T.V. Assessing soil suitability for gardening in the north of the central black earth region using degradation data // EurAsian Journal of BioSciences. – 2018. – Vol. 12, No. 1. – P. 113-120.

25. Захаров В.Л., Дубровина О.А., Гулидова В.А., Зубкова Т.В. Витаминная ценность плодов дикорастущих съедобных плодово-ягодных растений севера ЦЧР // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2017. – № 3. – С. 101–107.

26. Zubkova T.V., Dubrovina O.A., Vinogradov D.V. Effect of zeolite on the micro-morphological and biochemical features of the spring rapeseed (*Brassica napus* L.) // Sabrao Journal of Breeding and Genetics. – 2022. – Vol. 54, No. 1. – P. 153-164.

27. Казакевич Л.А., Виноградов Д.В. Рациональное использование земельных ресурсов сельскохозяйственными организациями // Формирование организационно-экономических условий эффективного функционирования АПК: X Межд. науч.-практич. конф. – Минск: БГАТУ, 2018. – С. 435–438.

28. Методика полевых и вегетационных опытов с удобрениями и гербицидами / Под ред. А.В. Соколова и Д.Л. Аскинази. - М.: Наука, 1967. – 183 с.

29. Габибов М.А., Троц Н.М., Виноградов Д.В. Практикум по агрохимии. – Кинель: Самарский государственный аграрный университет, 2022. – 222 с.

30. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: изд. 6-е. Москва: Альянс, 2011. 351 с.



Захаров В.Л., Виноградов Д.В., Чернопятов С.С., Зубкова Т.В., Гогмачадзе Г.Д., Гончаров В.М.

Физико-химическая оценка почвы в технологии выращивания озимого тритикале

.....  
*Электронный научно-производственный журнал*  
**«АгроЭкоИнфо»**

=====

**Цитирование:**

Захаров В.Л., Виноградов Д.В., Чернопятов С.С., Зубкова Т.В., Гогмачадзе Г.Д., Гончаров В.М. Физико-химическая оценка почвы в технологии выращивания озимого тритикале [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2023. – № 6. – Режим доступа: [http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/6/st\\_617.pdf](http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/6/st_617.pdf). DOI: <https://doi.org/10.51419/202136617>.