

Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество семян сортов пшеницы в северной лесостепи Тюменской области

© 2019. А.А. Казак✉, Ю.П. Логинов, Д.И. Ерёмин

ФГБОУ ВО "Государственный аграрный университет Северного Зауралья",
г. Тюмень, Российская Федерация

В Сибирском регионе, в том числе в Тюменской области, большой вклад в производство продовольственного зерна вносят ценные и сильные сорта яровой мягкой пшеницы: Ирень, Омская 36, Новосибирская 31. Вместе с тем необходимо отметить, что элементы технологии возделывания этих сортов на семенные цели разработаны недостаточно. В статье проанализированы данные за 2016-2018 гг. по урожайности и качеству семян отмеченных сортов пшеницы в зависимости от уровня минерального питания (на планируемую урожайность 4, 5 и 6 т/га). Установлено, что в условиях северной лесостепи Тюменской области уровень минерального питания на планируемую урожайность 4 и 5 т/га является надёжным гарантом получения семян высокого качества. В варианте с NPK на 4 т/га выход семян из общей урожайности составил 73,0-77,8%, масса 1000 зёрен – 33,9-38,5 г, содержание белка – 15,3-16,8%, энергия прорастания – 58,0-67,3%, лабораторная всхожесть – 94,3-96,5%. Основная часть семян (67-74%) проросла 5-6 зародышевыми корешками и при пересеве в 2017-2018 гг. давала густые, сильные всходы. Семена с отмеченного варианта по многим показателям качества имели преимущество перед контролем без удобрений и вариантами с более высоким уровнем минерального питания. Установлено, что энергия прорастания семян тесно коррелировала с содержанием белка в семенах ($r = 0,72...0,82$), слабо – с массой 1000 зерен ($r = 0,27...0,28$). Между урожайностью и энергией прорастания семян корреляция отрицательная ($r = -0,32...-0,40$).

Ключевые слова: яровая мягкая пшеница, сорт, минеральные удобрения, урожайность, качество семян, Ирень, Омская 36, Новосибирская 31

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Казак А.А., Логинов Ю.П., Ерёмин Д.И. Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество семян сортов пшеницы в северной лесостепи Тюменской области. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019;20(3):219-229. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.3.219-229>

Поступила: 06.03.2019

Принята к публикации: 23.05.2019

Опубликована онлайн: 18.06.2019

Influence of mineral fertilizers on productivity and quality of wheat varieties seeds in the northern forest-steppe of the Tyumen region

© 2019. Anastasiya A. Kazak✉, Yutiy P. Loginov, Dmitriy I. Eremin

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Northern Trans-Ural State Agricultural University", Tyumen, Russian Federation

In the Siberian District, including the Tyumen region, a great contribution into production of foodgrain has been made by valuable and strong varieties of spring soft wheat Iren, Omskaya 36, Novosibirskaya 31. It should be noted that elements of cultivation technology of these varieties for seeds have been developed insufficiently. In the article, the 2016-2018 data have been analyzed according to the productivity and quality of seeds of the chosen wheat varieties in dependence to the level of mineral nutrition (for planned productivity of 4.5 and 6 t/ha). It has been established that in the conditions of the northern forest-steppe of the Tyumen region the level of mineral nutrition for productivity of 4-5 t/ha provided high quality of seeds. In the variant with NPK of 4 t/ha the yield of seeds of the general productivity was 73.0-77.8%, the mass of 1000 grains – 33.9-38.5, the protein content – 15.3-16.8%, the energy of germination – 58.0-67.3%, the laboratory viability – 94.3-96.5%. The main part of seeds (67-74%) sprouted in 5-6 seminal roots and when resowing in 2017-2018 it gave dense, strong shoots. Seeds from the chosen variant had advantage before the control without fertilizers and before variants with higher level of mineral nutrition in many quality indicators. It has been established that germination energy of seeds closely correlated with protein content ($r = 0.72...0.82$) and insignificantly – with the mass of 1000 grains ($r = 0.27...0.28$). Between productivity and energy of germination of seeds the correlation was negative ($r = -0.32...-0.40$).

Keywords: spring soft wheat, variety, mineral fertilizers, productivity, quality of seeds, Iren, Omskaya 36, Novosibirskaya 31

Conflict of interest: the authors stated that there was no conflict of interest.

For citation: Kazak A.A., Loginov Yu.P., Eremin D.I. Influence of mineral fertilizers on productivity and quality of wheat varieties seeds in the northern forest-steppe of the Tyumen region. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2019;20(3):219-229. (In Russ.). <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.3.219-229>

Received: 06.03.2019

Accepted for publication: 23.05.2019

Published online: 18.06.2019

Современная Тюменская область – бурно развивающийся регион страны. На её территории создан и успешно функционирует крупнейший топливно-энергетический комплекс мирового значения. Параллельно развивается аграрный сектор экономики [1, 2, 3]. Производство зерна было и остаётся главной задачей растениеводства. При этом особое внимание уделяется производству продовольственного зерна пшеницы [4, 5, 6]. Для решения этой задачи ведётся селекция культуры в местных условиях, а также специалисты Государственного сортоиспытания по Тюменской области испытывают и подбирают для товаропроизводителей сорта инорайонной селекции [7, 8]. К их числу относятся сорта яровой мягкой пшеницы Ирень, Омская 36, Новосибирская 31, которые хорошо зарекомендовали себя во всех природно-климатических зонах области. Необходимо отметить, что возделываются эти сорта по общепринятой технологии и не реализуют полностью свою потенциальную возможность, особенно на семенных посевах [9, 10, 11]. При разработке технологии для производства продовольственного зерна, в первую очередь, возникает много вопросов по минеральному питанию [12, 13, 14]. Современное сельское хозяйство в настоящее время переходит на новый уровень развития, получивший название «точное земледелие». Актуальным в условиях современных технологий остаётся научно обоснованное минеральное питание яровой мягкой пшеницы [15, 16, 17].

Цель исследования – изучить урожайность и качество семян сортов яровой пшеницы Ирень, Омская 36, Новосибирская 31 в зависимости от уровня минерального питания в северной лесостепи Тюменской области.

Новизна исследований – в Тюменской области изучены посевные качества семенного материала новых сортов яровой мягкой пшеницы в зависимости от уровня минерального питания.

Материал и методы. Исследования проведены в 2016-2018 гг. в северной лесостепи Тюменской области на опытном поле ГАУ Северного Зауралья. Почва – чернозём выщелоченный, тяжелосуглинистая по гранулометрическому составу, содержание гумуса – 7,2%, фосфора и азота – среднее, калия – высокое,

реакция почвенного раствора – 6,7 ед. рН [18]. Предшественник – однолетние травы (горох + овёс). Технология общепринятая для культуры в зоне. Дозу внесения минеральных удобрений рассчитывали балансовым методом на планируемую урожайность, ежегодно с учётом запаса питательных веществ в пахотном слое по Б.А. Ягодину и др.¹: 4 т/га = N35-120 P40-160K0; 5 т/га = N119-200P44-200K0; 6 т/га = N130-250P100-255K0.

Посев проведен селекционной сеялкой ССФК-7 в оптимальный срок. Площадь деланки 30 м², учётная – 25 м², повторность 4-кратная, размещение деланок рендомизированное. Наблюдения и учёты проведены по методикам Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур². Уборка проведена комбайном Samro 130, урожайные данные обработаны методами дисперсионного и корреляционного анализов по Б.А. Доспехову³.

Результаты и их обсуждение. Годы исследований были контрастными по погодным условиям. В 2016 г. первая половина лета характеризовалась благоприятным температурным режимом (14,5°C) и влагообеспеченностью (64 мм), во второй половине лета проявилась жаркая (20,3°C), сухая погода (87 мм), что ускорило созревание хлебов на 7-10 дней по сравнению с многолетними наблюдениями (первая половина лета 13,5°C и 63 мм; вторая половина лета 16,8°C и 142 мм). Лето 2017 г. сложилось благоприятным по температурному режиму (15,4°C) и влагообеспеченности (282 мм). Погодные условия 2018 г. отличались от других лет исследований низкой температурой воздуха (11,1°C) и избыточным увлажнением в первой половине лета (140 мм).

Разнообразные погодные условия в годы исследований позволили достаточно полно изучить влияние разных уровней минерального питания на урожайность и качество семян реестровых сортов пшеницы.

Сорта яровой пшеницы, возделываемые в Тюменской области в прошлом веке (Ранг, Саратовская 29, Новосибирская 67, Стрела), при внесении минеральных удобрений сильно затягивали созревание во влажные годы и формировали семена низкого качества. Изучаемые нами сорта пшеницы нового поколения в годы исследований при внесении минеральных

¹ Ягодин Б.А., Жуков Ю.П., Кобзаренко В.И. Агрохимия. М.: Колос, 2003. 585 с.

² Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: 1997. 216 с.

³ Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

удобрений под планируемую урожайность (4; 5; 6 т/га) созревали за 84-104 суток, и уборка их проходила в благоприятных погодных условиях. Таким образом, при научно обоснованном внесении минеральных удобрений под сорта пшеницы Ирень, Новосибирская 31, Омская 36 нет опасности в чрезмерном затягивании вегетационного периода и получении семян с низкими посевными качествами.

О реакции сортов пшеницы на разные уровни минерального питания можно судить

по урожайности семян в годы исследований (табл. 1). Максимальная урожайность семян у всех сортов получена в 2018 г. и составила в контрольном варианте 2,25-2,62 т/га, минимальная – в 2016 г. – 1,50-1,94 т/га. Аналогичная картина наблюдалась в вариантах с минеральными удобрениями под планируемую урожайность 4; 5 и 6 т/га. В контроле и вариантах с удобрениями по урожайности семян выделился сорт Ирень.

*Таблица 1 - Урожайность семян сортов пшеницы в зависимости от уровня минерального питания, т/га /
Table 1 - Yield of wheat varieties seeds depending on the level of mineral nutrition, t/ha*

<i>Coptm / Variety</i>	<i>2016 г.</i>	<i>2017 г.</i>	<i>2018 г.</i>	<i>Среднее / Average</i>	<i>± к контролю / ± for control</i>
Контроль (без удобрений) /Control (without fertilizers)					
Ирень / Iren'	1,94	2,18	2,62	2,24	-
Новосибирская 31 / Novosibirskaya 31	1,71	1,93	2,33	1,99	-
Омская 36 / Omskaya 36	1,50	1,99	2,25	1,91	-
NPK на 4 т/га / NPK at 4 t/ha					
Ирень / Iren'	2,75	3,18	3,26	3,06	+0,82
Новосибирская 31 / Novosibirskaya 31	2,59	2,92	2,90	2,80	+0,81
Омская 36 / Omskaya 36	2,62	2,97	2,98	2,85	+0,94
NPK на 5 т/га / NPK at 5 t/ha					
Ирень / Iren'	3,47	3,61	3,59	3,55	+1,31
Новосибирская 31 / Novosibirskaya 31	2,91	3,26	3,44	3,20	+1,21
Омская 36 / Omskaya 36	2,89	3,32	3,25	3,15	+1,24
NPK на 6 т/га / NPK at 6 t/ha					
Ирень / Iren'	3,14	3,37	3,01	3,17	+0,93
Новосибирская 31 / Novosibirskaya 31	2,78	3,20	3,52	3,16	+1,17
Омская 36 / Omskaya 36	2,74	3,18	3,24	3,05	+1,14
НСР ₀₅ для фактора А (норма удобрений) / LSD ₀₅ for factor A (fertilizer rate)	0,01	0,03	0,03	-	-
НСР ₀₅ для фактора В (сорт) / LSD ₀₅ for factor B (variety)	0,01	0,03	0,02	-	-
НСР ₀₅ для взаимодействия АВ / LSD ₀₅ for AB interaction	0,01	0,03	0,02	-	-

Внесение минеральных удобрений под планируемые уровни урожайности привело к увеличению урожайности семян у изучаемых сортов на 0,81-1,31 т/га, но она была ниже ожидаемой. Кроме того, при внесении минеральных удобрений под урожайность 6 т/га по всем сортам получена прибавка урожайности семян ниже предыдущего варианта (NPK на 5 т/га).

В семеноводстве лучших реестровых сортов пшеницы важно ежегодно получать максимальный выход семян с высокими посев-

ными показателями. Выход семян, прежде всего, зависит от сорта, затем от погодных условий и элементов технологии. Физиолого-биологические особенности каждого сорта складываются по-разному. У сортов Ирень и Новосибирская 31 физиологические процессы в период цветения, налива и созревания зерна в пределах колоса проходили дружно. Оба сорта кустились слабо (1,1-1,2), и семена формировались за счёт главных стеблей. У сорта Омская 36 в холодные влажные годы растения кустились сильнее,

и коэффициент продуктивной кустистости составил 1,3-1,4. Зерно в колосьях дополнительных стеблей созревало позже, чем в колосьях главных стеблей, и это отрицательно влияло на выход и качество семян.

Выход семян из общей урожайности представлен в таблице 2. Из анализа данных таблицы видно, что при внесении минеральных удобрений под планируемую урожайность

4 т/га выход семенной фракции увеличился от 2,5% у сорта Омская 36 до 3,5% у сорта Ирень. Дальнейшее увеличение уровня минерального питания на урожайность 5 т/га позволило получить выход семян у сорта Ирень на 4% выше контрольного варианта, а у сортов Новосибирская 31 и Омская 36, напротив, отмечено снижение выхода семян по сравнению с контролем на 0,2-0,6%.

Таблица 2 - Влияние минеральных удобрений на выход семян реестровых сортов яровой пшеницы, % /
Table 2 - Influence of mineral fertilizers on the yield of seeds of registered spring wheat varieties, %

<i>Copm/ Variety</i>	<i>2016 г.</i>	<i>2017 г.</i>	<i>2018 г.</i>	<i>Среднее / Average</i>	<i>± к контролю / ± for control</i>
Контроль (без удобрений) / Control (without fertilizers)					
Ирень / Iren'	75,1	77,4	70,6	74,3	-
Новосибирская 31 / Novosibirskaya 31	72,3	73	2	69,8	-
Омская 36 / Omskaya 36	70,5	74,1	67,0	70,5	-
NPK на 4 т/га/ NPK at 4 t/ha					
Ирень / Iren'	78,2	80,4	74,8	77,8	+3,5
Новосибирская 31 / Novosibirskaya 31	75,0	78,1	71,5	74,9	+3,2
Омская 36 / Omskaya 36	73,4	75,2	70,6	73,0	+2,5
NPK на 5 т/га/ NPK at 5 t/ha					
Ирень / Iren'	77,3	82,1	75,7	78,3	+4,0
Новосибирская 31 / Novosibirskaya 31	72,5	74,0	68,2	71,5	-0,2
Омская 36 / Omskaya 36	70,2	72,6	67,1	69,9	-0,6
NPK на 6 т/га/ NPK at 6 t/ha					
Ирень / Iren'	73,4	76,1	71,3	73,6	-0,7
Новосибирская 31 / Novosibirskaya 31	67,2	70,5	68,1	68,6	-3,1
Омская 36 / Omskaya 36	65,7	68,3	67,5	67,1	-3,4
НСР ₀₅ для фактора А (норма удобрений) / LSD ₀₅ for factor A (fertilizer rate)	0,4	0,2	0,2	-	-
НСР ₀₅ для фактора В (сорт) / LSD ₀₅ for factor B (variety)	0,3	0,1	0,2	-	-
НСР ₀₅ для взаимодействия АВ / LSD ₀₅ for AB interaction	0,3	0,1	0,2	-	-

Примечание: максимальный выход семян получен с решёт 2,2х20 и 2,4х20 мм /

Note: the maximum yield of seeds obtained from the sieve 2.2x20 and 2.4x20 mm.

Внесение минеральных удобрений для получения 6 т/га снизило выход семян у всех сортов на 0,7-3,4%. Этот вариант не приемлем для изучаемых сортов. В контроле и на изучаемых уровнях минерального питания, кроме последнего, по выходу семенной фракции в лучшую сторону выделился сорт Ирень.

Крупность зерна – один из показателей качества семян. От неё зависит запас питательных веществ, сила роста и стартовый рост молодых растений. Кроме того, от крупности семян зависит норма посева пшеницы. В наших исследованиях изучаемые сорта

сформировали достаточно крупные семена в вариантах с минеральными удобрениями и без них (табл. 3).

Из анализа данных таблицы 3 следует, что масса 1000 зёрен изменялась в зависимости от сорта, погодных условий года и уровня минерального питания. Так, в контроле она варьировала от 31,7 г у сорта Новосибирская 31 в 2017 г. до 37,9 г у сорта Омская 36 в 2018 г. В среднем за три года исследований масса 1000 зёрен у сортов пшеницы составила 32,9-36,8 г. По анализируемому показателю преимущество имел сорт Омская 36.

Таблица 3 - Масса 1000 зёрен сортов пшеницы в зависимости от уровня минерального питания, г /
Table 3 - Weight of 1000 grains of wheat varieties depending on the level of mineral nutrition, g

<i>Copm / Variety</i>	<i>2016 г.</i>	<i>2017 г.</i>	<i>2018 г.</i>	<i>Среднее / Average</i>	<i>± к контролю / ± for control</i>
Контроль (без удобрений)/ Control (without fertilizers)					
Ирень / Iren'	33,5	32,9	33,4	33,2	-
Новосибирская 31 / Novosibirskaya 31	34,1	31,7	33,0	32,9	-
Омская 36 / Omskaya 36	36,4	36,2	37,9	36,8	-
NPK на 4 т/га/ NPK at 4 t/ha					
Ирень / Iren'	34,5	34,1	33,2	33,9	+0,7
Новосибирская 31 / Novosibirskaya 31	35,2	33,7	35,4	34,7	+1,8
Омская 36 / Omskaya 36	37,9	38,9	39,1	38,5	+1,7
NPK на 5 т/га/ NPK at 5 t/ha					
Ирень / Iren'	35,7	34,2	35,1	35,0	+1,8
Новосибирская 31 / Novosibirskaya 31	36,1	32,9	36,8	35,2	+2,3
Омская 36 / Omskaya 36	38,2	40,4	41,2	39,9	+3,1
NPK на 6 т/га/ NPK at 6 t/ha					
Ирень / Iren'	34,3	32,1	33,9	33,4	+0,2
Новосибирская 31 / Novosibirskaya 31	35,9	32,6	38,4	35,6	+2,7
Омская 36 / Omskaya 36	39,1	39,7	40,6	39,8	+3,0
HCP ₀₅ для фактора А (норма удобрений) / LSD ₀₅ for factor A (fertilizer rate)	0,3	0,3	0,8	-	-
HCP ₀₅ для фактора В (сорт) / LSD ₀₅ for factor B (variety)	0,2	0,3	0,7	-	-
HCP ₀₅ для взаимодействия АВ / LSD ₀₅ for AB interaction	0,2	0,3	0,7	-	-

В вариантах с внесением минеральных удобрений на планируемую урожайность 4; 5; 6 т/га масса 1000 зёрен у сортов пшеницы увеличилась на 0,7-3,1 г, сильнее это проявилось у сортов Новосибирская 31 и Омская 36.

Показатели качества семян (энергия прорастания, всхожесть, сила роста) зависели не только от крупности семян, но и от содержания в них белка (табл. 4).

Сорта пшеницы Ирень и Новосибирская 31 накопили белка в семенах на естественном плодородии (контроль) – 14,2-14,7%. Значительно уступил им сорт Омская 36. Внесение минеральных удобрений на планируемую урожайность 4 т/га увеличило содержание белка на 1,8-3,2% относительно контроля. Следующий уровень минерального питания на урожайность 5 т/га также увеличил белок в семенах сортов пшеницы на 2,5-3,9%. На обоих уровнях минерального питания увеличение белка сильнее проявлено у сорта Омская 36. При внесении минеральных удобрений под урожайность 6 т/га отмечено снижение содер-

жания белка на 0,2-0,7% по сравнению с предыдущим вариантом.

Важными показателями качества семян являются энергия прорастания и всхожесть (табл. 5).

Энергия прорастания семян пшеницы в контрольном варианте изменялась от 47,3% у сорта Омская 36 в 2018 г. до 62,4% у сорта Ирень в 2016 г. В среднем за три года исследований она составила 50,2-59,4%. Минимальное значение отмечено у сорта Омская 36.

Внесение минеральных удобрений под планируемую урожайность 4 и 5 т/га привело к увеличению энергии прорастания семян у всех изучаемых сортов пшеницы на 6,2-12,1%, максимальное увеличение энергии прорастания семян отмечено у сорта Ирень (10,0-12,1%). В варианте с NPK на 6 т/га наблюдалось снижение энергии прорастания семян по сравнению с предыдущим уровнем минерального питания.

Минеральные удобрения повлияли не только на энергию прорастания семян, но и на лабораторную всхожесть (табл. 6).

Таблица 4 - Влияние уровня минерального питания на накопление белка в семенах сортов пшеницы, % /
Table 4 - Influence of mineral nutrition level on protein accumulation in seeds of wheat varieties, %

<i>Copt / Variety</i>	<i>2016 г.</i>	<i>2017 г.</i>	<i>2018 г.</i>	<i>Среднее / Average</i>	<i>± к контролю / ± for control</i>
Контроль (без удобрений) / Control (without fertilizers)					
Ирень / Ireñ'	14,9	14,1	15,3	14,7	-
Новосибирская 31 / Novosibirskaya 31	14,6	13,8	14,1	14,2	-
Омская 36 / Omskaya 36	12,1	11,5	13,0	12,1	-
NPK на 4 т/га / NPK at 4 t / ha					
Ирень / Ireñ'	16,5	15,8	17,4	16,5	+1,8
Новосибирская 31 / Novosibirskaya 31	17,2	16,4	16,8	16,8	+2,6
Омская 36 / Omskaya 36	15,7	14,9	15,3	15,3	+3,2
NPK на 5 т/га / NPK at 5 t / ha					
Ирень / Ireñ'	17,4	16,2	18,0	17,2	+2,5
Новосибирская 31 / Novosibirskaya 31	17,9	17,1	17,5	17,5	+3,3
Омская 36 / Omskaya 36	16,3	15,6	16,1	16,0	+3,9
NPK на 6 т/га / NPK at 6 t / ha					
Ирень / Ireñ'	16,8	16,0	17,3	16,7	+2,0
Новосибирская 31 / Novosibirskaya 31	17,1	16,4	16,9	16,8	+2,6
Омская 36 / Omskaya 36	16,5	15,3	15,7	15,8	+3,7
НСР ₀₅ для фактора А (норма удобрений) / LSD ₀₅ for factor A (fertilizer rate)	0,2	0,2	0,4	-	-
НСР ₀₅ для фактора В (сорт) / LSD ₀₅ for factor B (variety)	0,2	0,2	0,3	-	-
НСР ₀₅ для взаимодействия АВ / LSD ₀₅ for AB interaction	0,2	0,2	0,3	-	-

Таблица 5 - Энергия прорастания семян пшеницы в зависимости от уровня минерального питания, % /
Table 5 - Germination energy of wheat seeds depending on the level of mineral nutrition, %

<i>Copt / Variety</i>	<i>2016 г.</i>	<i>2017 г.</i>	<i>2018 г.</i>	<i>Среднее / Average</i>	<i>± к контролю / ± for control</i>
Контроль (без удобрений) / Control (without fertilizers)					
Ирень / Ireñ'	62,4	57,9	51,6	57,3	-
Новосибирская 31 / Novosibirskaya 31	60,7	58,5	59,2	59,4	-
Омская 36 / Omskaya 36	53,1	50,4	47,3	50,2	-
NPK на 4 т/га / NPK at 4 t/ha					
Ирень / Ireñ'	70,8	67,3	64,0	67,3	+10,0
Новосибирская 31 / Novosibirskaya 31	66,2	64,7	65,9	65,6	+6,2
Омская 36 / Omskaya 36	61,4	58,1	54,6	58,0	+7,8
NPK на 5 т/га / NPK at 5 t/ha					
Ирень / Ireñ'	72,6	70,2	65,4	69,4	+12,1
Новосибирская 31 / Novosibirskaya 31	68,0	63,9	66,1	66,0	+6,6
Омская 36 / Omskaya 36	59,3	58,7	53,9	57,3	+7,1
NPK на 6 т/га / NPK at 6 t/ha					
Ирень / Ireñ'	69,1	67,4	62,7	66,4	+9,1
Новосибирская 31 / Novosibirskaya 31	66,8	61,6	66,4	64,9	+5,5
Омская 36 / Omskaya 36	55,2	53,9	52,3	53,8	+3,6
НСР ₀₅ для фактора А (норма удобрений) / LSD ₀₅ for factor A (fertilizer rate)	1,1	1,2	2,0	-	-
НСР ₀₅ для фактора В (сорт) / LSD ₀₅ for factor B (variety)	1,0	1,1	1,7	-	-
НСР ₀₅ для взаимодействия АВ / LSD ₀₅ for AB interaction	1,0	1,1	1,7	-	-

Таблица 6 - Лабораторная всхожесть семян сортов пшеницы в зависимости от уровня минерального питания, % / Table 6 - Laboratory germination of wheat seeds depending on the level of mineral nutrition, %

<i>Copt / Variety</i>	<i>2016 г.</i>	<i>2017 г.</i>	<i>2018 г.</i>	<i>Среднее / Average</i>	<i>± к контролю / ± for control</i>
Контроль (без удобрений) / Control (without fertilizers)					
Ирень / Iren'	89,2	92,5	86,3	89,3	
Новосибирская 31 / Novosibirskaya 31	90,7	88,4	91,6	90,2	-
Омская 36 / Omskaya 36	86,9	83,1	87,8	85,9	-
NPK на 4 т/га / NPK at 4 t/ha					
Ирень / Iren'	96,1	98,4	95,2	96,5	+7,2
Новосибирская 31 / Novosibirskaya 31	94,9	96,2	98,5	96,5	+6,3
Омская 36 / Omskaya 36	92,7	94,0	96,3	94,3	+8,4
NPK на 5 т/га / NPK at 5 t/ha					
Ирень / Iren'	95,3	92,9	95,7	94,6	+5,3
Новосибирская 31 / Novosibirskaya 31	93,1	91,6	96,4	93,7	+3,5
Омская 36 / Omskaya 36	90,5	92,8	95,1	92,8	+6,9
NPK на 6 т/га / NPK at 6 t/ha					
Ирень / Iren'	92,7	91,4	93,2	92,4	+3,1
Новосибирская 31 / Novosibirskaya 31	91,0	89,6	93,8	91,4	+1,2
Омская 36 / Omskaya 36	90,8	91,3	94,5	92,2	+6,3
HCP ₀₅ для фактора А (норма удобрений) / LSD ₀₅ for factor A (fertilizer rate)	0,9	1,6	1,5	-	-
HCP ₀₅ для фактора В (сорт) / LSD ₀₅ for factor B (variety)	0,8	1,3	1,3	-	-
HCP ₀₅ для взаимодействия АВ / LSD ₀₅ for AB interaction	0,8	1,3	1,3	-	-

Из анализа данных таблицы 6 следует, что лабораторная всхожесть семян в контрольном варианте за годы исследований составила 85,9-90,2%. Минимальной она была у сорта Омская 36. Уровень минерального питания на планируемую урожайность 4 т/га обеспечил получение семян с лабораторной всхожестью 94,3-96,5%, увеличение к контролю составило 6,3-8,4%. Варианты с высокими дозами мине-

ральных удобрений на урожайность 5 и 6 т/га не имели преимущества по лабораторной всхожести перед предыдущим вариантом.

Уровень минерального питания на планируемую урожайность 4 т/га выделился не только по лабораторной всхожести семян, но и по силе роста (рис. 1). Дальнейшее повышение доз минеральных удобрений привело к снижению силы роста семян, за исключением сорта Ирень.

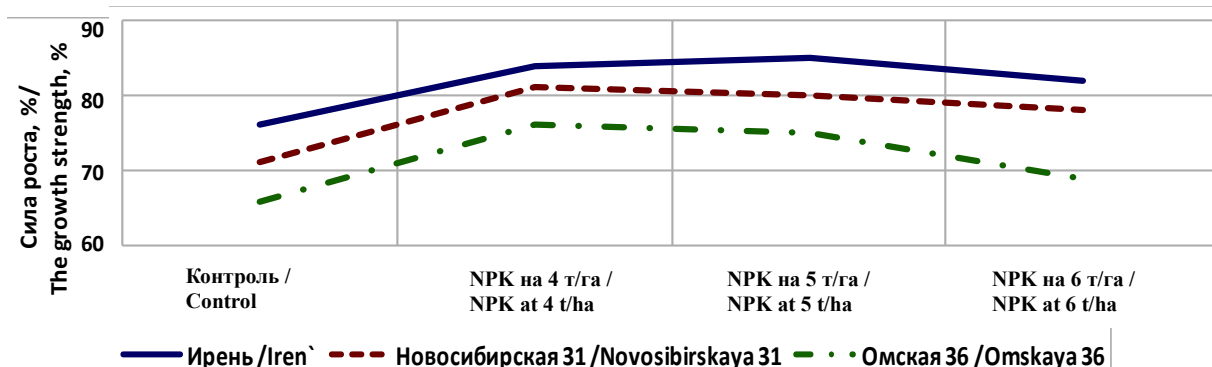


Рис. 1. Сила роста семян сортов пшеницы в зависимости от уровня минерального питания (2016-2018 гг.)

Fig. 1. The growth strength of wheat seeds depending on the level of mineral nutrition (2016-2018)

Расчёт корреляционной связи показал, что между массой 1000 зёрен и энергией прорастания семян корреляция слабая ($r = 0,27...0,28$), между содержанием белка в семенах и энергией прорастания связь тесная положительная ($r = 0,72...0,82$), между энергией прорастания семян и лабораторной всхожестью в 2016 и 2017 гг. связь сильная положительная

($r = 0,81...0,85$), в 2018 г – средняя ($r = 0,32...0,41$), между энергией прорастания и силой роста связь тесная положительная ($r = 0,65...0,72$), между урожайностью и энергией прорастания семян корреляция отрицательная ($r = -0,32...0,40$).

При изучении любого агротехнического приёма важно знать его экономическую эффективность (рис. 2).

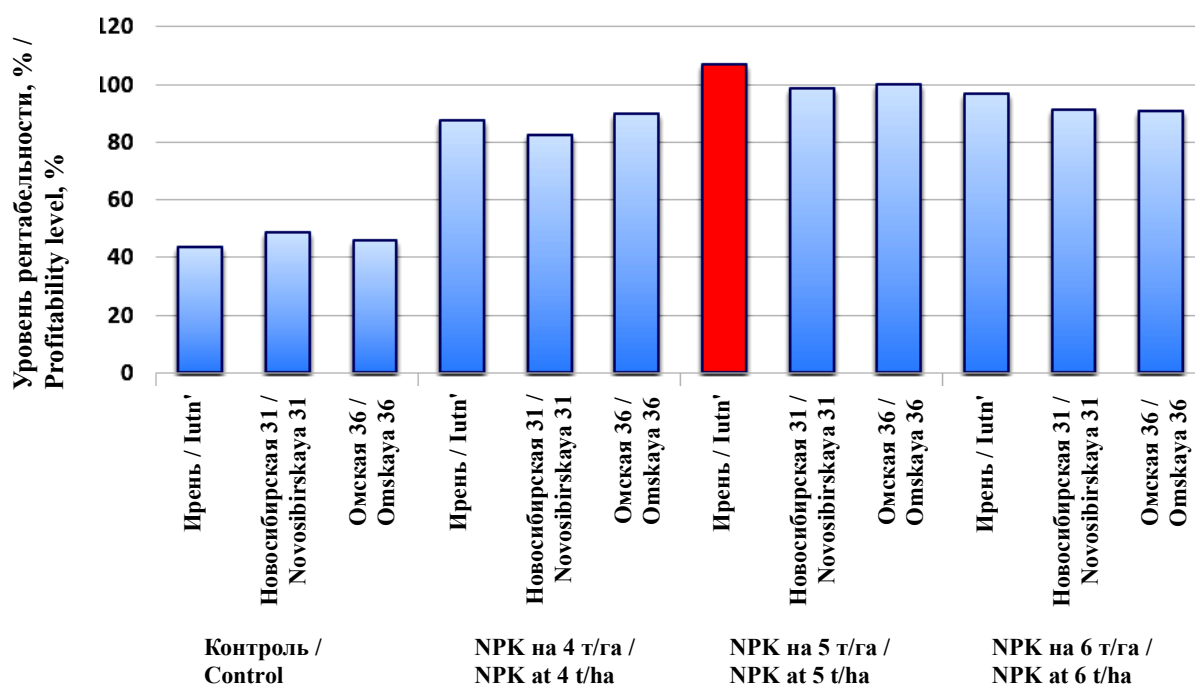


Рис. 2. Уровень рентабельности применения минеральных удобрений под сорта яровой пшеницы (2016-2018 гг.) /

Fig. 2. The profitability level of mineral fertilizers for spring wheat (2016-2018)

Внесение минеральных удобрений под урожайность 4 и 5 т/га сопровождалось увеличением рентабельности возделывания изучаемых сортов при максимальном уровне (107%) у сорта Ирень. Дальнейшее увеличение доз минеральных удобрений привело к снижению рентабельности по всем сортам.

Заключение. Исследуемые сорта пшеницы по-разному реагировали на уровень

минерального питания. Так, Новосибирская 31 и Омская 36 сформировали семена с высокими энергией прорастания, лабораторной всхожестью и силой роста при уровне минерального питания на планируемую урожайность семян 4 и 5 т/га. Уровень рентабельности по сорту Ирень составил 44-107%, Новосибирская 31 – 49-99% и Омская 36 – 46-100%.

Список литературы

1. Белкина Р.И., Барышников И.В. Эффективность возделывания сортов сильной пшеницы в северной лесостепи Тюменской области. Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья. 2013; (1(20)):12-15. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21496266>
2. Логинов Ю.П., Казак А.А., Якубышина Л.И. Яровая пшеница в Тюменской области (биологические особенности роста и развития). Тюмень, 2012. 126 с. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23246568>
3. Letyago Y.P., Belkina R.I. Quality of Varieties of Spring Soft Wheat Grain and their Ranking for Baking Strength. International scientific and practical conference "AgroSMART - Smart solutions for agriculture" (AgroSMART 2018). 2018. pp. 449-452. <https://doi.org/10.2991/agrosmart-18.2018.84>

4. Тоболова Г.В., Летьяго Ю.А., Белкина Р.И. Оценка сортов мягкой яровой пшеницы по технологическим свойствам и биохимическим признакам. *Агропродовольственная политика России*. 2015;(5 (41)):64-67. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24210428>
5. Белкина Р.И., Кучеров Д.И., Барышников И.В. Качество зерна сортов сильной пшеницы в северной лесостепи Тюменской области. *Агропродовольственная политика России*. 2013;(3 (15)):51-53. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20927932>
6. Белкина Р.И. Сырьевая ценность зерна пшеницы Тюменской области. Достижения науки - агропромышленному производству: материалы ЛIII Межд. научн.-техн. конф.. Под редакцией П. Г. Свечникова. 2014. С. 64-67.
7. Казак А.А., Логинов Ю.П. Сравнительное изучение среднеспелых и среднепоздних сортов сильной пшеницы сибирской селекции в лесостепной зоне Тюменской области. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2018;(6):33-41. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2018.67.6.33-41>
8. Evgeniy Demin. Growing Corns by Grain-Growing Technology in Siberia. Evgeniy Demin, Dmitry Eremin. International scientific and practical conference "Agro-SMART - Smart solutions for agriculture" (Agro-SMART 2018).2018. pp.136-139. <https://doi.org/10.2991/agrosmart-18.2018.26>
9. Иванов А.Е., Титова А.Н., Шабалина С.В., Шахова О.А. Формирование урожайности зерновых культур в зависимости от качества посевного материала. Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения: сб. материалов LI Межд. студенческой научн.-практ. конф. Тюмень, 2017. С. 55-58. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30096608>
10. Летьяго Ю.А., Белкина Р.И. Потенциал качества зерна сортов яровой пшеницы в северной лесостепи Тюменской области. *Вестник КрасГАУ*. 2014;(4 (91)):114-116. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21621494>
11. Белкина Р.И., Исупова Г.М. Факторы повышения качества зерна пшеницы в условиях Северного Зауралья. *Зерновые культуры. Зерновое хозяйство*. 1999;(6):16-19.
12. Ksenia Moiseeva, Alexander Karmatskiy, Anastasia Moiseeva Influence of Mineral Fertilizers on Winter Wheat Yield. International scientific and practical conference "Agro-SMART - Smart solutions for agriculture" (Agro-SMART 2018). 2018. pp. 499-503. <https://doi.org/10.2991/agrosmart-18.2018.94>
13. Иванов А.В., Белкина Р.И., Губанова В.М., Паклин В.С. Урожайность и содержание белка в зерне пшеницы под действием минеральных удобрений в Тюменской области. Современная наука - агропромышленному производству: Межд. научн.-практ. конф., посвящ. 135-летию первого среднего учебного заведения Зауралья – Александровского реального училища и 55-летию ГАУ Северного Зауралья. Тюмень, 2014. С. 30-31. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22710889>
14. Sergey Sherstobitov. Efficacy of Offline Differential Fertilization by Ammonia Nitrate for Summer Wheat Growing. International scientific and practical conference "Agro-SMART - Smart solutions for agriculture" (Agro-SMART 2018).2018. pp.641-645. <https://doi.org/10.2991/agrosmart-18.2018.120>
15. Diana Eremina. Agroeconomic Rationale for Applying Mineral Fertilizers to Cereal Crops in West Siberia. International scientific and practical conference "Agro-SMART - Smart solutions for agriculture" (Agro-SMART 2018).2018. pp.160-164. <https://doi.org/10.2991/agrosmart-18.2018.31>
16. Diana Eremina, Natalya Otekina, Svetlana Kayugina. The Interrelation of Agronomic Character and Mineral Nutrition as a Basis for Mathematical Model of Grain Growing in West Siberia. International scientific and practical conference "Agro-SMART - Smart solutions for agriculture" (Agro-SMART 2018).2018. pp.165-168. <https://doi.org/10.2991/agrosmart-18.2018.32>
17. Ерёмкина Д.В. Математическая модель минерального питания яровой пшеницы по результатам многолетних исследований Государственного аграрного университета Северного Зауралья. *Вестник КрасГАУ*. 2017;(1 (124)):14-19. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28184803>
18. Шахова О.А., Лахтина Т.С., Мордвина Е.А. Изменение водно-физических свойств чернозёма выщелоченного в зависимости от основных обработок и агрохимикатов на опытном поле ГАУ Северного Зауралья. Наука и образование: сохраняя прошлое, создаём будущее: сб. статей X Межд. научн.-практ. конф.: в 3 частях. Тюмень, 2017. С. 128-131. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29337579>

References

1. Belkina R.I., Baryshnikov I.V. *Effektivnost' vozdeleyvaniya sortov sil'noy pshenitsy v severnoy lesostepi Tyumenskoy oblasti*. [Efficiency of cultivation of strong wheat varieties in the northern forest-steppe of the Tyumen region]. *Vestnik Gosudarstvennogo agrarnogo universiteta Severnogo Zaural'ya* = Bulletin of Northern Trans-Ural State Agricultural University. 2013; (1(20)):12-15. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21496266>
2. Loginov Yu.P., Kazak A.A., Yakubyshina L.I. *Yarovaya pshenitsa v Tyumenskoy oblasti (biologicheskie osobennosti rosta i razvitiya)*. [Spring wheat in the Tyumen region (biological features of growth and development)]. Tyumen', 2012. 126 p. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23246568>

3. Letyago Y.P., Belkina R.I. Quality of Varieties of Spring Soft Wheat Grain and their Ranking for Baking Strength. International scientific and practical conference "AgroSMART - Smart solutions for agriculture" (AgroSMART 2018). 2018. pp. 449-452. <https://doi.org/10.2991/agrosmart-18.2018.84>
4. Tobolova G.V., Letyago Yu.A., Belkina R.I. *Otsenka sortov myagkoy yarovoy pshenitsy po tekhnologicheskim svoystvam i biokhimicheskim priznakam*. [Assessment of soft spring wheat varieties according to the technological properties and biochemical traits]. *Agroprodovol'stvennaya politika Rossii* = Agri-Food Policy in Russia. 2015;(5 (41)):64-67. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24210428>
5. Belkina R.I., Kucherov D.I., Baryshnikov I.V. *Kachestvo zerna sortov sil'noy pshenitsy v severnoy lesostepi Tyumenskoy oblasti*. [Quality of grain of strong wheat varieties in the northern forest-steppe of the Tyumen region]. *Agroprodovol'stvennaya politika Rossii* = Agri-Food Policy in Russia. 2013;(3 (15)):51-53. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20927932>
6. Belkina R.I. *Syr'evaya tsennost' zerna pshenitsy Tyumenskoy oblasti*. [Raw value of seed of wheat of the Tyumen region]. *Dostizheniya nauki - agropromyshlennomu proizvodstvu: materialy LIII mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii*. [Achievements of science - to agro-industrial production: Materials of LIII International scientific and technical Conference]. *Pod redaktsiyey P.G. Svechnikova*. 2014. pp. 64-67.
7. Kazak A.A., Loginov Yu.P. *Sravnitel'noye izucheniye srednespelykh i srednepozdnykh sortov sil'noy pshenitsy sibirskoy selektsii v lesostepnoy zone Tyumenskoy oblasti*. [Comparative studying of mid-season and middle-late strong wheat varieties of the Siberian selection in a forest-steppe zone of the Tyumen region]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2018;(6):33-41. (In Russ.). <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2018.67.6.33-41>
8. Evgeniy Demin. Growing Corns by Grain-Growing Technology in Siberia. Evgeniy Demin, Dmitry Eremin. International scientific and practical conference "Agro-SMART - Smart solutions for agriculture" (Agro-SMART 2018).2018. pp.136-139. <https://doi.org/10.2991/agrosmart-18.2018.26>
9. Ivanov A.E., Titova A.N., Shabalina S.V., Shakhova O.A. *Formirovaniye urozhaynosti zernovykh kul'tur v zavisimosti ot kachestva posevnogo materiala*. [Formation of productivity of grain crops depending on quality of sowing material]. *Aktual'nye voprosy nauki i khozyaystva: novye vyzovy i resheniya: sb. materialov LI Mezhdunar. studencheskoy nauchn.-prakt. konf.* [Current problems of science and economy: new challenges and decisions: Collection of materials of the LI International Student scientific and practical Conference]. Tyumen', 2017. pp. 55-58. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30096608>
10. Letyago Yu.A., Belkina R.I. *Potentsial kachestva zerna sortov yarovoy pshenitsy v severnoy lesostepi Tyumenskoy oblasti*. [Potential of quality of grain spring wheat varieties in the Northern forest-steppe of the Tyumen region]. *Vestnik KrasGAU* = The Bulletin of KrasGAU. 2014;(4 (91)):114-116. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21621494>
11. Belkina R.I., Isupova G.M. *Faktory povysheniya kachestva zerna pshenitsy v usloviyakh Severnogo Zaural'ya*. [Factors of improvement of wheat seeds quality of in the conditions of the Northern Trans-Ural region]. *Zernovyye kul'tury. Zernovoe khozyaystvo*. 1999;(6):16-19.
12. Ksenia Moiseeva, Alexander Karmatskiy, Anastasia Moiseeva Influence of Mineral Fertilizers on Winter Wheat Yield. International scientific and practical conference "Agro-SMART - Smart solutions for agriculture" (Agro-SMART 2018). 2018. pp. 499-503. <https://doi.org/10.2991/agrosmart-18.2018.94>
13. Ivanov A.V., Belkina R.I., Gubanova V.M., Paklin V.S. *Urozhaynost' i sodержание belka v zerne pshenitsy pod deystviem mineral'nykh udobreniy v Tyumenskoy oblasti*. [Productivity and wheat seed protein content under the influence of mineral fertilizers in the Tyumen region]. *Sovremennaya nauka - agropromyshlennomu proizvodstvu: Mezhdunarod. nauchn.-prakt. konf., posvyashch. 135-letiyu pervogo srednego uchebnogo zavedeniya Zaural'ya - Aleksandrovskego real'nogo uchilishcha i 55-letiyu GAU Severnogo Zaural'ya*. [Modern science - to agro-industrial production: International scientific and practical Conference devoted to the 135th anniversary of the first institution of secondary educational of the Trans-Ural region - Aleksandrov non-classical secondary school and to the 55th anniversary of GAU of the Northern Trans-Ural region]. Tyumen', 2014. pp. 30-31. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22710889>
14. Sergey Sherstobitov. Efficacy of Offline Differential Fertilization by Ammonia Nitrate for Summer Wheat Growing. International scientific and practical conference "Agro-SMART - Smart solutions for agriculture" (Agro-SMART 2018).2018. pp.641-645. <https://doi.org/10.2991/agrosmart-18.2018.120>
15. Diana Eremina. Agro-economic Rationale for Applying Mineral Fertilizers to Cereal Crops in West Siberia. International scientific and practical conference "Agro-SMART - Smart solutions for agriculture" (Agro-SMART 2018).2018. pp.160-164. <https://doi.org/10.2991/agrosmart-18.2018.31>
16. Diana Eremina, Natalya Otekina, Svetlana Kayugina. The Interrelation of Agronomic Character and Mineral Nutrition as a Basis for Mathematical Model of Grain Growing in West Siberia. International scientific and practical conference "Agro-SMART - Smart solutions for agriculture" (Agro-SMART 2018).2018. pp.165-168. <https://doi.org/10.2991/agrosmart-18.2018.32>
17. Eremina D.V. *Matematicheskaya model' mineral'nogo pitaniya yarovoy pshenitsy po rezul'tatam mnogoletnykh issledovaniy Gosudarstvennogo agrarnogo universiteta Severnogo Zaural'ya*. [Mathematical model of

mineral nutrition of spring wheat by results of long-term researches of the State agricultural university of the Northern Trans-Ural region]. *Vestnik KrasGAU* = The Bulletin of KrasGAU. 2017;(1 (124)):14-19. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28184803>

18. Shakhova O.A., Lakhtina T.S., Mordvina E.A. *Izmenenie vodno-fizicheskikh svoystv chernozema vyshchelochennogo v zavisimosti ot osnovnykh obrabotok i agrokhimikatov na opytном pole GAU Severnogo Zaural'ya*. [Change of water physical properties of leached chernozem depending on the primary tillage and use of agrochemicals on the experimental plot of the State agricultural university of the Northern Trans-Ural region]. *Nauka i obrazovanie: sokhranyaya proshloe, sozdaem budushchee: sb. statey X Mezhdunarod. nauchn.-prakt. konf.: v 3 chastyakh*. [Science and education: keeping the past, we create the future: Collection of articles of the Xth International scientific and practical Conference: in 3 parts]. Tyumen', 2017. pp. 128-131. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29337579>

Сведения об авторах:

✉ **Казак Анастасия Афонасьевна**, кандидат с.-х. наук, зав. кафедрой, доцент, ФГБОУ ВО "Государственный аграрный университет Северного Зауралья", ул. Республики, д.7, г. Тюмень, Тюменская область, Российская Федерация, 625003, e-mail: acadagro@mail.ru, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-0563-3806>, e-mail: kazaknastenska@rambler.ru,

Логинов Юрий Павлович, доктор с.-х. наук, профессор, профессор кафедры ФГБОУ ВО "Государственный аграрный университет Северного Зауралья", ул. Республики, д.7, г. Тюмень, Тюменская область, Российская Федерация, 625003, e-mail: acadagro@mail.ru, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-2372-9350>, e-mail: Yura.loginow2016@yandex.ru,

Ерёмин Дмитрий Иванович, доктор биол. наук, профессор ФГБОУ ВО "Государственный аграрный университет Северного Зауралья", ул. Республики, д.7, г. Тюмень, Тюменская область, Российская Федерация, 625003, e-mail: acadagro@mail.ru, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-3672-6060>, e-mail: soil-tyumen@yandex.ru

Information about the authors:

✉ **Anastasiya A. Kazak**, PhD in Agricultural sciences, head of cathedra, Associate Professor Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Northern Trans- Ural State Agricultural University", Republic Street, 7, Tyumen, Tyumen region, Russian Federation, 625003, e-mail: acadagro@mail.ru, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-0563-3806>, e-mail: kazaknastenska@rambler.ru,

Yuriy P. Loginov, DSc in Agriculture, professor Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Northern Trans- Ural State Agricultural University", Republic Street, 7, Tyumen, Tyumen region, Russian Federation, 625003, e-mail: acadagro@mail.ru, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-2372-9350>, e-mail: Yura.loginow2016@yandex.ru,

Dmitriy I. Eremin, DSc in Biological sciences, professor Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Northern Trans- Ural State Agricultural University", Republic Street, 7, Tyumen, Tyumen region, Russian Federation, 625003, e-mail: acadagro@mail.ru, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-3672-6060>, e-mail: soil-tyumen@yandex.ru

✉ - Для контактов / Corresponding autor