

МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОРОСТКОВ СЕМЯН РАЗНЫХ СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ

Г.А. Демиденко

MORPHOMETRIC FEATURES OF SEEDS OF DIFFERENT SPRING WHEAT VARIETIES WHEN USING NITROGEN FERTILIZERS

Демиденко Галина Александровна – д-р биол. наук, проф., зав. каф. ландшафтной архитектуры, ботаники, агроэкологии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск.
E-mail: demidenkoekos@mail.ru

Demidenko Galina Alexandrovna – Dr. Biol. Sci., Prof., Head, Chair of Landscape Architecture, Botany, Agroecology, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk.
E-mail: demidenkoekos@mail.ru

Изучены морфометрические особенности проростков семян разных сортов яровой пшеницы при использовании форм азотных удобрений (сульфата аммония, аммонийной селитры, мочевины). Повышение урожайности зерновых культур является актуальной задачей сельскохозяйственного производства в сибирских условиях. Оценка агробиологической всхожести семян сортов яровой пшеницы, обеспечивающих высокую урожайность в земледельческой зоне Красноярского края, оправдывает постановку лабораторных экспериментов. В результате исследования выявлено влияние азотных удобрений (сульфата аммония, аммонийной селитры, мочевины) на рост побегов проростков и корней сортовых семян яровой пшеницы (Тулунская 12, Новосибирская 15, Саратовская 29, Тройка, Краса 2). Определено дифференцированное влияние форм азотных удобрений в периоды прорастания семян и развития корня на начальной стадии онтогенеза. Влияние азотных удобрений оказало стимулирующее действие на увеличение длины главного корня. Наибольшую длину главного корня имеет сорт Саратовская 29, где прибавка длины корня к контролю составила 2,4 см. Наименьшие коэффициенты варьирования в среднем по сортам наблюдаются при ростовых характеристиках проростков (длина проростков, длина coleoptilya) в вариантах с аммонийной селитрой и мочевиной и длины главного корня на фоне с водой, то есть без удобрений. При изменении длины главного корня проростков сортов яровой пшеницы коэффициент варьирования име-

ет большую стабильность в варианте с сульфатом аммония. На фоне с водой (без удобрений) отмечается наиболее высокий коэффициент варьирования в среднем по сортам как ростовых характеристик проростков (длина проростков, длина coleoptilya), так и длины главного корня.

Ключевые слова: зерновые культуры, сорта яровой пшеницы, азотные удобрения, урожайность, всхожесть семян, длина проростков, coleoptilya, главный корень.

Morphometric features of seedlings of different varieties of spring wheat were studied using types of nitrogen fertilizers (ammonium sulfate, ammonium nitrate and urea). Increasing the yield of grain crops was an urgent task of agricultural production in Siberian conditions. The evaluation of agrobiological germination of seeds of spring wheat varieties, providing high yield in agricultural zone of Krasnoyarsk Region, justified making laboratory experiments. The study revealed the effect of nitrogen fertilizers (ammonium sulfate, ammonium nitrate and urea) on the growth of shoots of seedlings and roots of varietal seeds of spring wheat (Tulunskaya 12, Novosibirsk 15, Saratov 29, Troika, Krasa 2). Differentiated influence of nitrogen fertilizer species during the periods of seed germination and root development at the initial stage of ontogenesis was determined. Using nitrogen fertilizers had a stimulating effect on increasing the length of the main root. The variety Saratovskaya 29 had the greatest length of the main root, where the control gain was 2.4 cm. The smallest variation

coefficients, on average for the varieties, were observed with the growth characteristics of seedlings (length of seedlings; length of coleoptile) in variants with ammonium nitrate and urea, and the length of the main root, observed in the background with water, i.e. without fertilizers. When changing the length of the main root of seedlings of spring wheat varieties, the coefficient of variation had greater stability in the variant with ammonium sulfate. Against the background of water (without fertilizers), the highest coefficient of variation was observed on average for the varieties, both for growth characteristics of the seedlings (the length of the seedlings; the length of the coleoptile) and the length of the main root.

Keywords: grain crops, spring wheat varieties, nitrogen fertilizers, productivity, seed germination, length of seedlings, coleoptile, main root.

Введение. Актуальной задачей сельского хозяйства является повышение урожайности зерновых культур, которая напрямую зависит от того, как растение обеспечено азотным питанием. Значительная роль в ее решении принадлежит удобрениям, в том числе азотным. Интенсификация сельскохозяйственного производства позволяет получать благодаря минеральным и органическим удобрениям почти половину дополнительной продукции.

На увеличение урожайности сельскохозяйственных культур азотные удобрения оказывают огромное влияние благодаря исключительной роли азота в жизни растений. Ведущую роль азота в повышении урожая сельскохозяйственных культур подчеркивал Д.Н. Прянишников (1965) [1].

Именно в морфометрических особенностях проростков сортовых семян отражаются их свойства, которые сформированы в результате реакции генотипа на агроэкологические условия онтогенеза.

В природных условиях юга Сибири выбор для посева семян сортов яровой пшеницы, способных давать высокие урожаи, оправдывает применение лабораторных экспериментов для оценки биологической полноценности сортовых семян [2–7]. Обеспеченность азотным питанием растений способствует увеличению урожая яровой пшеницы. Кроме того, физиология корневого питания показывает, что на стадии прорастания семян более значительную функцию выполняет фосфор, дефицит которого и в почвах

края, и в виде удобрений очень острый. Однако фосфор оптимально работает только в присутствии азота.

Как с теоретической, так и с практической стороны научный интерес вызывает действие различных азотных удобрений на проростки сортовых семян яровой пшеницы. Особое внимание уделяется вопросам роста и развития проростков сортовых семян пшеницы [8–10].

Цель исследования. Изучить в лабораторном эксперименте влияние азотных удобрений (сульфата аммония, аммонийной селитры, мочевины) на рост корней и побегов проростков сортовых семян яровой пшеницы Тулунская 12, Новосибирская 15, Саратовская 29, Тройка, Краса 2.

Задачи исследования: оценка влияния сорта яровой пшеницы и азотных удобрений на морфометрические ростовые показатели проростков (длину ростка, колеоптиля, главного корня); определение дифференцированного влияния азотных удобрений в периоды прорастания семян и развития корня.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования являются сортовые семена яровой пшеницы (Тулунская 12, Новосибирская 15, Саратовская 29, Тройка, Краса 2), используемые в растениеводстве в условиях юга Красноярского края, и наиболее используемые формы азотных удобрений: сульфат аммония, аммонийная селитра, мочевина.

Исследования выполнены на базе Инновационной лаборатории «Экологический мониторинг сельскохозяйственных и лесных культур» при Институте агроэкологических технологий ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ.

Основным методом исследования является агроэкологический мониторинг, в составную часть которого входит биологическая оценка сортовых семян для определения их пригодности к посеву.

Методика выполнения лабораторного эксперимента: из семян основной культуры, выделенных из навесок по ГОСТ 1203781, отбирают по 25 семян из каждой навески. Используется методика проращивания семян в рулонных культурах для оценки урожайных свойств семян зерновых культур [8]. В рабочую камеру термостата помещается поддон с водой. Проращивание семян в рулонах происходит в условиях постоянной температуры 18–20 °С. На полоски полиэтиленовой пленки (размер 20x65 см) кла-

дут увлажненную фильтровальную бумагу (размер 20x60 см), имеющую разметки через 2 см, раскладывают пробы семян зародышами вниз. Сверху семена накрывают полоской увлажненной фильтровальной бумаги (3–4 см шириной). Полоски неплотно свертывают в рулон, связывают не плотно суровой ниткой и перемещают в сосуд для проращивания в вертикальном положении. Используются азотные удобрения: аммонийная селитра, сульфат аммония, мочевины (карбамид), контроль – дистиллированная вода.

Выбор форм азотных удобрений связан с их широким использованием в России, в том числе в Красноярском крае [11].

Аммонийная селитра (NH_4NO_3) из азотных удобрений – наиболее используемое удобрение в России. В его состав входят нитратная NO_3 и аммонийная NH_4 группы.

Общее содержание азота составляет 34,8 %. Это удобрение почти не содержит примесей и растворяется в воде полностью. Аммонийную селитру применяют как основное удобрение как в рядки (рядковое), так и при подкормке.

Сульфат аммония $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ – в России широко используемое азотное удобрение. В своем составе содержит 20,5–21,0 % азота в аммонийной форме. Характеризуется физиологически кислой реакцией. Сульфат аммония хорошо поглощается почвой, поэтому его можно вносить в почву до посева. Возможно одновременно с сульфатом аммония под вспашку вносить фосфоритную муку (рекомендуется в виде смеси).

Мочевина синтетическая (карбамид) $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ – концентрированное азотное удобрение, содержащее 47 % азота. В почве при участии ферментов, выделяемых микроорганизмами, превращается сначала в углекислый аммоний, а затем нитрифицируется в селитру. Применяют мочевины синтетическую в качестве основного и припосевного удобрения.

Концентрация азотных удобрений составляет 100 мг/л дистиллированной воды.

Алгоритмы выполнения лабораторного эксперимента: оценка и учет морфометрических показателей проростков – на 8-й день лабораторного эксперимента; подсчет (с точностью до 0,1 см) нормально проросших и дефектных семян (не проросшие, загнившие, с длиной коле-

оптиля менее 3 см, с длиной корешков менее 5 см); подсчет среднеарифметических результатов проб и их анализ [8].

Статистическая обработка результатов выполнена с использованием двухфакторного дисперсионного анализа по методике Б.А. Доспехова [12]. Рассчитывался статистический показатель – коэффициент варьирования ($S_v, \%$).

Результаты исследования и их обсуждение. Физиологическая адаптация сортов яровой пшеницы к условиям природной среды происходит за счет физиологических процессов, способных сохранить проростки семян от критических уровней и помочь им реализовать «генетическую программу онтогенеза» [13]. Большое значение имеют удобрения, в том числе разные формы азотных удобрений на начальной стадии онтогенеза.

Результаты проведенного эксперимента позволили получить для исследованных сортов яровой пшеницы конкретные показатели семян и их проростков перед посевом для оценки их биологической полноценности.

Исследование морфометрических показателей возможно в следующие фазы развития проростков: развития ростка и становления проростка; роста зародышевых корешков [14].

Морфометрические показатели проростков сортовых семян яровой пшеницы позволяют оценить влияние разных видов азотных удобрений на ростовые характеристики проростков и длину главного корня. Также они дают возможность дифференцировать влияние азотных удобрений в начальной стадии роста яровой пшеницы.

Анализ результатов изучения длины колеоптиля сортов яровой пшеницы в зависимости от сорта и формы удобрения свидетельствует о следующих закономерностях. Колеоптиль, росток в виде прозрачного заостренного «колпачка», имеет гетеротрофный тип питания (запасные питательные вещества зерновки и минеральные вещества почвы). С появлением колеоптиля начинается фаза развития ростка, которая переходит в фазу становления проростка.

Зависимость длины колеоптиля сортов яровой пшеницы от сорта яровой пшеницы и формы удобрения представлена в таблицах 1, 2.

Длина coleoptilia проростков сортов яровой пшеницы в зависимости от формы используемого удобрения (n=3) (среднее, при трехкратной повторности)

Сорт	Длина coleoptilia проростков, см				Среднее	Разница
	Вода	Сульфат аммония	Аммонийная селитра	Мочевина		
Тулунская 12	4,4	4,5	4,6	5,3	4,8	–
Новосибирская 15	4,5	5,2	4,7	4,9	4,9	0,374*
Саратовская 29	4,0	4,2	4,5	4,3	4,3	- 0,495
Тройка	5,0	5,1	5,3	5,1	5,1	0,268*
Краса 2	4,8	4,8	4,7	4,5	4,7	- 0,07
Среднее	4,8	4,8	4,7	4,8	4,8	–
Разница	–	- 0,486 *	- 0,431 *	- 0,144	–	–

Примечание. * – достоверность на 5%-м уровне; НСР_{0,5} для фактора В (удобрения) = 0,234; для фактора А (сорт) = 0,262; АВ (совместное действие: удобрение + сорт) = 0,523.

Анализ таблицы 1 показал, что из исследованных сортов яровой пшеницы наибольшую длину coleoptilia имеют сорта Новосибирская 15 (5,2 см); Тройка – (5,1 см) при использовании сульфата аммония. Длина coleoptilia сортов яровой пшеницы имеет наибольшие средние значения при использовании форм азотных удобрений (Новосибирская 15 – 4,9 см; Тройка – 5,1 см). Сорт Тройка имеет наибольшую длину coleoptilia на всех фонах эксперимента (сред-

нее значение – 5,1 см). Сорт Саратовская 29 имеет наименьшую длину coleoptilia на всех фонах эксперимента (среднее значение – 4,3 см).

По длине coleoptilia сорта яровой пшеницы по-разному реагировали на форму используемого удобрения: сорта Тулунская 12 и Тройка имели высокие показатели при использовании мочевины; сорта Новосибирская 15 и Краса 2 – сульфата аммония; сорт Тройка – аммонийной селитры.

Таблица 2

Коэффициент варьирования длины coleoptilia сортов яровой пшеницы (n=3) (среднее, при трехкратной повторности)

Сорт	Коэффициент варьирования (SV), %				Среднее
	Вода	Сульфат аммония	Аммонийная селитра	Мочевина	
Тулунская 12	6,6	9,9	6,9	4,4	6,9
Новосибирская 15	12,4	4,6	6,3	3,1	6,6
Саратовская 29	5,1	4,4	4,	5,6	4,8
Тройка	6,2	11,2	7,6	10,6	8,9
Краса 2	12,4	2,8	4,8	10,2	7,5
Среднее	6,6	7,6	5,4	5,7	

Анализ таблицы 2 показал, что коэффициент варьирования длины coleoptilia был наибольший у сорта Тройка (8,9 %), а наименьший у сорта Саратовская 29 (4,8 %). В зависимости от формы используемого удобрения коэффициент варьирования длины coleoptilia следующий: при использовании воды – 8,5 %; мочевины – 6,8; сульфата аммония – 6,6; аммонийной селитры – 5,9 %.

Сортовые семена на трех фонах при использовании удобрений (сульфата аммония, аммонийной селитры, мочевины) показали увеличе-

ние длины coleoptilia проростков всех сортов яровой пшеницы по сравнению с водой (без удобрений).

В фазу развития ростка при прорастании семян процесс обмена азотистых веществ приводит к расщеплению запасных белков эндосперма. Продукты гидролиза используются для построения белков.

При изучении длины проростков яровой пшеницы в зависимости от сорта пшеницы и вида удобрения установлено следующее. На-

земная часть проростка формируется в фазу его становления, когда рост стеблевой части позволяет всходам появиться над поверхностью почвы. Фаза становления заканчивается переходом проростка на автотрофный тип питания.

При проращивании семян сортов яровой пшеницы разных групп спелости на четырех фонах в лабораторном эксперименте (вода, сульфат аммония, аммонийная селитра и мочевины) получены следующие результаты (табл. 3, 4).

Таблица 3

Длина проростков сортов яровой пшеницы в зависимости от формы используемого удобрения (n=3) (среднее, при трехкратной повторности)

Сорт	Длина проростков, см				Среднее	Разница
	Вода	Сульфат аммония	Аммонийная селитра	Мочевина		
Тулунская 12	9,0	9,1	9,7	10,2	9,6	–
Новосибирская 15	9,5	8,9	8,4	9,6	8,9	- 0,402
Саратовская 29	9,6	9,6	9,2	9,0	9,3	- 0,118
Тройка	9,7	9,8	10,7	9,9	10,1	0,81*
Краса 2	9,3	9,5	8,9	9,6	9,3	- 0,187
Среднее	9,5	9,3	9,4	9,7	9,5	–
Разница	–	- 0,486 *	- 0,431 *	- 0,144	–	–

Примечание. * – достоверность на 5%-м уровне; НСР_{0,5} для фактора В (удобрения) = 0,412; для фактора А (сорт) = 0,461; АВ (совместное действие: удобрение + сорт) = 0,923.

Анализ таблицы 3 показал, что в среднем использование разных азотных удобрений не показывает значимых преимуществ по длине проростков сортов яровой пшеницы по сравнению с контролем. Среднее значение длины проростков сорта Тройка (10,1 см) выше на всех фонах эксперимента при использовании форм

азотных удобрений. Сорта культур дифференцированно реагировали на использование удобрений. Несколько длиннее были проростки с использованием мочевины, например у сорта Тулунская 12 (10,2 см); у сорта Тройка – на фоне аммонийной селитры (10,7 см).

Таблица 4

Коэффициент варьирования длины проростков сортов яровой пшеницы (n=3) (среднее, при трехкратной повторности)

Сорт	Коэффициент варьирования (SV), %				Среднее
	Вода	Сульфат аммония	Аммонийная селитра	Мочевина	
Тулунская 12	6,0	8,2	3,3	3,8	5,3
Новосибирская 15	6,9	5,9	7,5	3,9	6,1
Саратовская 29	6,0	6,1	5,4	7,4	6,
Тройка	6,9	10,7	6,9	9,9	8,6
Краса 2	7,3	6,9	3,9	3,4	5,4
Среднее	6,6	7,6	5,4	5,7	

Анализ таблицы 4 свидетельствует, что коэффициент варьирования длины проростков разных сортов яровой пшеницы, как в среднем, так и по сортам, изменялся в незначительной степени на фоне использования удобрений. Наибольший коэффициент варьирования был у сорта Тройка (8,6 %), а наименьший – у сортов Краса 2 и Тулунская 12 (5,3 %).

В фазе становления проростка происходит его переход от гетеротрофного на автотрофный тип питания. Проявляется заметнее влияние сорта культур, которые более дифференцированно реагировали на использование удобрений. Наибольшие значения длины проростков отмечаются у сортов яровой пшеницы на следующих фонах: с мочевиной – Тулунская 12

(10,2 см), Новосибирская 15 и Краса (9,6 см); с аммонийной селитрой – Тройка (10,7 см).

Длина главного корня сортов яровой пшеницы зависит от сорта и вида удобрения. Деление клеток главного корня соответствует фазе роста зародышевых корешков. Главный корень трогается в рост (а затем проросток) и, углубляясь в

почву, всасывает воду с растворенными минеральными веществами.

Результаты по длине главного корня, под влиянием сортов яровой пшеницы в зависимости от формы используемого удобрения, имеют различия (табл. 5, 6).

Таблица 5

Длина главного корня проростков сортов яровой пшеницы в зависимости от формы используемого удобрения (n=3) (среднее, при трехкратной повторности)

Сорт	Длина главного корня, см				Среднее	Разница
	Вода	Сульфат аммония	Аммонийная селитра	Мочевина		
Тулунская 12	11,6	11,9	12,0	13,1	12,3	-
Новосибирская 15	11,1	12,6	12,5	13,3	12,8	0,176
Саратовская 29	11,2	11,8	11,7	13,6	12,4	- 0,057
Тройка	12,1	12,4	13,1	13,4	12,8	0,620*
Краса2	11,7	12,5	11,8	13,1	12,9	0,176
Среднее	11,6	12,2	12,2	13,3	12,5	-
Разница	-	0,444	0,471	1,619*	-	-

Примечание. * – достоверность на 5%-м уровне; НСР_{0,5} для фактора В (удобрения) = 0,504; для фактора А (сорт) = 0,563; АВ (совместное действие: удобрение + сорт) = 1,126.

Анализ таблицы 5 показал, что все исследованные сорта яровой пшеницы имеют наибольшие средние значения длины главного корня проростка при использовании форм азотных

удобрений; Краса 2 – 12,9 см; Тройка и Новосибирская 15 – 12,8 см; Саратовская 29 – 12,4 см; Тулунская 12 – 12,3 см.

Таблица 6

Коэффициент варьирования длины главного корня сортов яровой пшеницы (n=3) (среднее, при трехкратной повторности)

Сорт	Коэффициент варьирования (SV), %				Среднее
	Вода	Сульфат аммония	Аммонийная селитра	Мочевина	
Тулунская 12	12,2	4,1	4,5	5,9	6,6
Новосибирская 15	9,4	2,8	3,7	2,7	4,6
Саратовская 29	7,1	4,0	2,2	2,2	3,9
Тройка	2,2	6,2	4,0	6,7	4,8
Краса 2	5,9	2,7	14,4	8,1	7,9
Среднее	7,4	4,0	5,8	5,0	

Из анализа таблицы 6 видно, что наиболее высокий коэффициент варьирования длины главного корня сортов яровой пшеницы в среднем по сортам наблюдался на фоне воды (7,4 %), а наименее – на фоне с сульфатом аммония (3,9 %).

Фаза роста зародышевых корешков начинается с деления главного корешка. В форме, усвае-

мой для питания зародыша, запасные питательные вещества эндосперма потоком идут в главный корень одновременно с зоной роста coleoptilia и почкой зародыша. Деление клеток в главном корешке, показывающее начало его жизнедеятельности, опережает деление клеток в почке. Всасывая воду с минеральными растворенными веществами, главный корень направляет их в эн-

досперм. Длина и развитие главного корня проростков сортов яровой пшеницы влияют на морфометрические показатели проростков как при гетеротрофном питании, так и после перехода растения к автотрофному типу питания.

Выводы

1. Результаты исследования показали положительное влияние на морфометрические показатели проростков сортов яровой пшеницы при использовании форм азотных удобрений. В начальной стадии роста яровой пшеницы они оказывали дифференцированное действие при прорастании зерна, и их влияние на проростки сортовых семян яровой пшеницы можно считать значительным.

2. При развитии проростков в фазу развития ростка при прорастании семян процесс обмена азотистых веществ приводит к расщеплению запасных белков эндосперма. Продукты гидролиза используются для построения белков. Сортовые семена яровой пшеницы на трех фонах при использовании удобрений (сульфата аммония, аммонийной селитры, мочевины) показали увеличение длины coleoptily проростков по сравнению с водой (без удобрений). В фазе становления проростка происходит его переход с гетеротрофного на автотрофный тип питания. Проявляется заметнее влияние сорта культур, которые более дифференцированно реагировали на использование удобрений. Наибольшие значения длины проростков отмечаются у сортов яровой пшеницы на следующих фонах: мочевина – сорта Тулунская 12, Новосибирская 15, Краса; аммонийная селитра – сорт Тройка.

3. При развитии корня в начальную стадию роста яровой пшеницы азотные удобрения оказывают стимулирующее действие. Наибольшую длину главного корня сформировал сорт Саратовская 29, где прибавка к контролю составила 2,4 см на фоне с мочевиной. В фазу роста зародышевых корешков длина и развитие главного корня проростков сортов яровой пшеницы влияют на морфометрические показания проростков как при гетеротрофном питании, так и после перехода к автотрофному типу питания.

4. Наименьшие коэффициенты варьирования в среднем по сортам наблюдаются при рос-

товых характеристиках проростков (длина проростков; длина coleoptily) в вариантах с аммиачной селитрой и мочевиной. При изменении длины главного корня проростков сортов яровой пшеницы коэффициент варьирования имеет большую стабильность в варианте с сульфатом аммония. На фоне с водой (без удобрений) отмечается наиболее высокий коэффициент варьирования в среднем по сортам как ростовых характеристик проростков (длины проростков; длина coleoptily), так и длины главного корня.

Литература

1. *Прянишников Д.Н.* Избранные сочинения. Т. 2. Частное земледелие (растения полевой культуры). М.: Колос, 1965. 705 с.
2. *Ведров Н.Г.* Селекция и семеноводство яровой пшеницы в экстремальных условиях. Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 1984. 240 с.
3. *Ведров Н.Г., Дмитриев В.Е., Халинский А.Н.* Сибирское растениеводство. Красноярск: Красноярский ГАУ, 2002. 216 с.
4. *Едимечев Ю.Ф., Романов В.Н.* Продуктивность яровой пшеницы по пару в условиях Красноярской лесостепи // Вестник КрасГАУ. 2011. № 11. С. 76–78.
5. *Келер В.В.* Экологические и сортовые особенности формирования технологических качеств яровой пшеницы в лесостепи Красноярского края. Красноярск: КрасГАУ, 2007. 122 с.
6. *Келер В.В., Хижняк С.В.* Аспекты повышения продуктивности и рентабельности производства зерна яровой пшеницы в Красноярском крае // Вестник КрасГАУ. Красноярск, 2019. № 6. С. 28–34.
7. *Пантюхов И.В., Ведров Н.Г.* Апробация и сортоведение полевых культур: учеб. пособие. Красноярск: КрасГАУ, 2004. 40 с.
8. *Ларионов Ю.С.* Оценка урожайных свойств и урожайного потенциала семян зерновых культур. Челябинск: ЧелГАУ, 2000. 100 с.
9. *Демиденко Г.А.* Влияние препарата «бункер» на рост и развитие семян Тулунская 12 // Вестник КрасГАУ. 2014. № 3. С. 69–77.
10. *Демиденко Г.А., Романов В.Н.* Влияние химического метода защиты на всхожесть и развитие проростков семян пшеницы сорта

- Тулунская 12 // Вестник НГАУ. 2017. № 1(42). С. 42–47.
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования). 3-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1973. 336 с
 12. Смирнов П.М., Муравин Э.А. Агрохимия. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1984. 304 с.
 13. Мешков В.В. Параметры экологической пластичности яровой пшеницы, их связь с факторами среды и биологическими признаками // Экологическая пластичность сортов сельскохозяйственных культур в Западной Сибири. Новосибирск: Сиб. отд-ние СибНИИСХ, 1989. Вып. 5. С. 14–22.
 14. Строна И.Г. Общее семеноводство полевых культур. М.: Колос, 1966. 464 с.
6. Keler V.V., Hizhnjak S.V. Aspekty povyshenija produktivnosti i rentabel'nosti proizvodstva zerna jarovoj pshenicy v Krasnojarskom krae // Vestnik KrasGAU. Krasnojarsk, 2019. № 6. S. 28–34.
 7. Pantjuhov I.V., Vedrov N.G. Aprobacija i sortovedenie polevyh kul'tur: ucheb. posobie. Krasnojarsk: KrasGAU, 2004. 40 s.
 8. Larionov Ju.S. Ocenka urozhajnyh svojstv i urozhajnogo potenciala semjan zernovyh kul'tur. Cheljabinsk: ChelGAU, 2000. 100 s.
 9. Demidenko G.A. Vlijanie preparata «bunker» na rost i razvitie semjan Tulunskaja 12 // Vestnik KrasGAU. 2014. № 3. S. 69–77.
 10. Demidenko G.A., Romanov V.N. Vlijanie himicheskogo metoda zashhity na vshozhest' i razvitie prorostkov semjan pshenicy sorta Tulunskaja 12 // Vestnik NGAU. 2017. № 1(42). S. 42–47.

Literatura

1. Prjanishnikov D.N. Izbrannye sochinenija. T. 2. Chastnoe zemledelie (rastenija polevoj kul'tury). M.: Kolos, 1965. 705 s.
2. Vedrov N.G. Selekcija i semenovodstvo jarovoj pshenicy v jekstremal'nyh uslovijah. Krasnojarsk: Izd-vo KrasGAU, 1984. 240 s.
3. Vedrov N.G., Dmitriev V.E. Halipuskij A.N. Sibirskoe rastenievodstvo. Krasnojarsk: Krasnojarskij GAU, 2002. 216 s.
4. Edimeichev Ju.F., Romanov V.N. Produktivnost' jarovoj pshenicy po paru v uslovijah Krasnojarskoj lesostepi // Vestnik KrasGAU. 2011. № 11. S. 76–78.
5. Keler V.V. Jekologicheskie i sortovye osobennosti formirovanija tehnologicheskikh kachestv jarovoj pshenicy v lesostepi Krasnojarskogo kraja. Krasnojarsk: KrasGAU, 2007. 122 s.
11. Dosphehov B.A. Metodika polevogo opyt (s osnovami statisticheskoj obrabotki rezul'tatov issledovanija). 3-e izd., pererab. i dop. M.: Kolos, 1973. 336 s
12. Smirnov P.M., Muravin Je.A. Agrohimiya. 2-e izd., pererab. i dop. M.: Kolos, 1984. 304 s.
13. Meshkov V.V. Parametry jekologicheskoj plastichnosti jarovoj pshenicy, ih svjaz' s faktorami sredy i biologicheskimi priznakami // Jekologicheskaja plastichnost' sortov sel'skohozajstvennyh kul'tur v Zapadnoj Sibiri. Novosibirsk: Sib. otd-nie SibNIISH, 1989. Vyp. 5. S. 14–22.
14. Strona I.G. Obshee semenovodstvo polevyh kul'tur. M.: Kolos, 1966. 464 s.