

*Abstract. The paper estimates spring wheat environmental plasticity and harvest sustainability when dropping on 2 predecessors (complete fallow and crops) in 2010–2011 and 2014. The authors applied varieties included into the State Register and selected short-season varieties and middle-early varieties produced in different environmental and climate conditions. The group of researchers studied plasticity by means of methods developed by Taem, Eberchart and Russel. The article indicates that periods of research differed in respect to amount and evenness of precipitation and temperature; this is certified by means of analysis of variance. Variations caused by cultivating conditions are 45.5% whereas genotype variations and time variations are 22.08% and 4.53% resp of total feature phenotypic change. Variations caused by unpredictable conditions are high and equal to 22.01%; it is due to agroclimatic and agrotechnical factors. The publication reveals short-season varieties to be the plastic ones as their average crop yield was at the standard level. The paper considers Prilenskaya 19 variety, Lutestens 1034 and Svecha variety to be sustainable ones. The authors make conclusion Pamyati Vavenkova variety is productive and resistant; Svecha variety is resistant and profitable.*

УДК 633.213.631.524. (571.1)

## ПОРАЖЕННОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ РАПСА НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫМИ В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ

**Л. Ф. Ашмарина**, доктор сельскохозяйственных наук  
**Н. М. Коняева**, кандидат сельскохозяйственных наук  
**А. С. Коробейников**, кандидат сельскохозяйственных наук  
 Сибирский научно-исследовательский институт кормов  
 E-mail: alf8@yandex.ru

*Ключевые слова:* яровой рапс, болезни, устойчивость, альтернариоз, пероноспороз, распространенность, развитие болезни

**Реферат.** В 2008–20014 гг. проведены исследования по изучению полевой устойчивости разных сортов ярового рапса в условиях лесостепи Западной Сибири. Годы наблюдений различались по погодным условиям и определяли разное проявление болезней. Наибольшее развитие в агроценозах ярового рапса получили пероноспороз и альтернариоз. Фитоиммунологическая оценка сортов ярового рапса в полевых условиях на естественном инфекционном фоне в селекционных питомниках СибНИИ кормов показала, что сорта сибирской селекции обладают разной полевой устойчивостью к комплексу болезней. Наибольшей групповой полевой устойчивостью к пероноспорозу и альтернариозу обладает сорт СибНИИК-21 – развитие болезни по сравнению со стандартом (сорт СибНИИК-198) было в 2,6 и 1,8 раза ниже. Наименьшая восприимчивость к альтернариозу отмечена у сортов Юбилейный и АНИИЗИС-4. Эти сорта могут быть использованы в дальнейшем селекционном процессе в качестве источников устойчивости. Наиболее сильно поражен пероноспорозом и альтернариозом сорт СибНИИК-198 – индекс развития болезни достигал соответственно 65,6 и 30,0 %.

В настоящее время у сельхозпроизводителей возрастает интерес к такой культуре, как яровой рапс. Это связано с широким спектром его использования: для получения маслосемян и на корм животным [1]. Однако получение стабильных урожаев культуры лимитируется рядом факторов, одним из которых является значительная вредоносность комплекса вредных организмов [2–4]. Наряду с фитофагами (крестоцветной блошкой, рапсовым цветоедом и др.) в посевах ярового рапса в лесостепи Западной Сибири распространены различные болезни: пероноспороз (в годы с избыточным увлажнением), альтернариоз (почти

ежегодно), в сухие и жаркие годы – микоплазмоз и фузариозное увядание и др. [5–8].

Вредоносность пероноспороза и альтернариоза состоит в преждевременном отмирании пораженных листьев рапса, что приводит к уменьшению ассимиляционной поверхности растений, снижению урожая зеленой массы и семенной продуктивности, ухудшению посевных качеств семян [9].

Использование ярового рапса в зеленых конвейерах в животноводстве ограничивает применение химических препаратов в борьбе с заболеваниями на этой культуре. Поэтому важным аспектом здоровых в фитосанитарном отношении агроценозов ярового рапса является возделывание

устойчивых к комплексу заболеваний сортов, что позволяет без применения экологически небезопасных фунгицидов ограничивать распространение болезней в посевах.

В жестких экстремальных почвенно-климатических условиях Западной Сибири ценным исходным селекционным материалом являются сорта ярового рапса местной селекции, обладающие повышенной адаптивностью к био- и абиотическим стрессорам [10–12]. Поэтому выявление сортов с горизонтальной (полевой) устойчивостью к факультативным паразитам и фитопатогенным сапрофитам имеет важное значение для адаптивной системы селекции [13].

Целью наших исследований было проведение фитоиммунологической оценки селекционного материала для выявления сортов, проявляющих наибольшую устойчивость к распространенным заболеваниям в условиях Западной Сибири.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Фитоиммунологическую оценку сортов и сортообразцов ярового рапса проводили в селекционном питомнике селекционного центра СибНИИ кормов и в лабораторных условиях. Изучали устойчивость селекционных образцов и сортов ярового рапса к наиболее распространенным в лесостепной зоне Западной Сибири болезням, поражающим данную культуру: *Peronospora brassicae* Gaeumann, *Alternaria brassicae* (Berk.) Sacc. *A. brassicicola* (Schw.) Wiltshire). *A. alternata* (Fr.) Keissler., видам рода *Fusarium* L. и др.

Исследования проводили в лесостепной зоне Западной Сибири, для которой характерен резко-континентальный климат с холодной, снежной зимой, прохладным или теплым летом, со средне-годовалыми температурами в мае 10,5°C, июне – 16,9, июле – 19,1, августе – 15,9°C. Годовая сумма осадков – 300–350 мм. Основные лимитирующие факторы – недостаточная влагообеспеченность, глубокое промерзание почв, короткий вегетационный период.

Годы исследований характеризовались различными метеоусловиями: 2008, 2010 гг. – засушливые (ГТК за период май – август 0,8 и 0,9 соответственно); 2012 г. – жаркий, острозасушливый (ГТК за май–август 0,5), 2009 г. (ГТК 1,2 за май – август) – увлажненный; 2013 г. был самым неблагоприятным – избыточно увлажненным и прохладным: за вегетационный сезон (май – сентябрь) вы-

пало 355,4 мм осадков, что на 61 % больше средне-годовалой нормы (220 мм). Гидротермические условия вегетационного периода 2014 г. отличались от среднегодовых данных. Они характеризовались низкими температурами мая и июня, а также засушливыми условиями всего вегетационного периода, особенно в июле и августе. По этим показателям год относится к прохладным с недостаточным увлажнением.

В течение всего вегетационного периода в условиях естественного заражения систематически обследовали посевы, вели наблюдения и учеты начала развития и распространения возбудителей, степени поражения растений по общепринятым методикам. Данные учетов обработаны методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову [14].

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

За годы исследований в посевах ярового рапса наиболее часто отмечали такие заболевания, как пероноспороз (*Peronospora brassicae* Gaeumann), альтернариоз (*Alternaria brassicae* (Berk.) Sacc. *A. alternata* (Fr.) Keissler., Syn.: *A. tenuis* Nees) [11]. В весенний период всходы рапса периодически поражались черной ножкой, а в отдельные засушливые годы яровой рапс страдал от фузариозного увядания и вирулентности – фитоплазма. Интенсивность болезней зависела как от погодных условий вегетационного периода, так и от сортовых особенностей культуры.

В условиях Западной Сибири яровой рапс ежегодно поражается пероноспорозом (ложной мучнистой росой) [11–12]. Заболевание интенсивно проявляется в первую половину вегетации. Патоген поражает листья, стебли и стручки рапса. При сильном поражении листья усыхают и преждевременно опадают (рис. 1).

За период исследований эпифитотийное развитие болезни наблюдалось в 2009 г. и превышало на восприимчивых сортах 65,0% при распространенности болезни до 100%.

Фитоиммунологическая оценка при сравнительном сортоиспытании сортов сибирской селекции показала различную устойчивость изученных сортов и сортообразцов ярового рапса к пероноспорозу (рис. 2).

Наиболее восприимчивым к пероноспорозу был сорт СибНИИК-198 (стандарт), который за годы исследований поражался на 21–65% при распространенности от 85 до 100%. Однако необ-

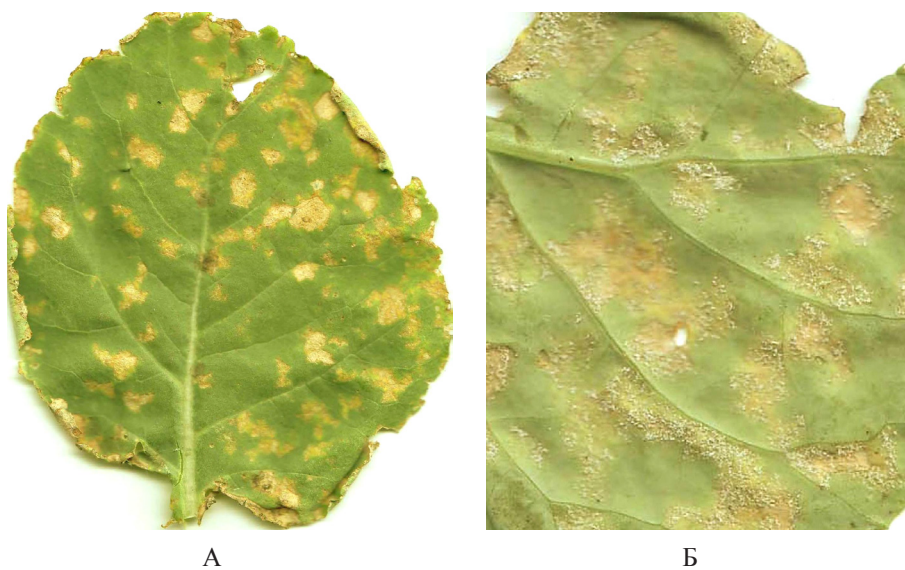


Рис. 1. Пероноспороз на листьях ярового рапса: А – лист; Б – фрагмент листа

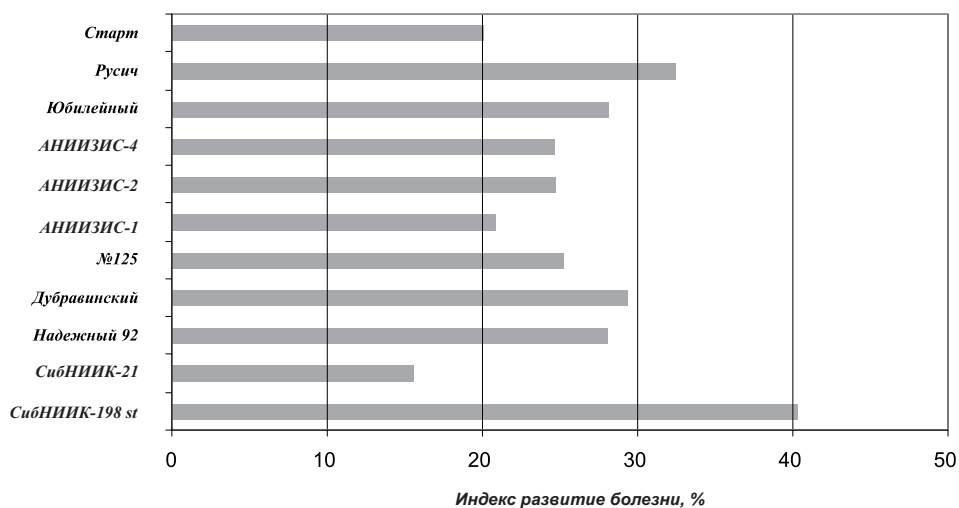


Рис. 2. Развитие пероноспороза на сортах ярового рапса сибирской селекции (среднее за 2008–2014 гг.)

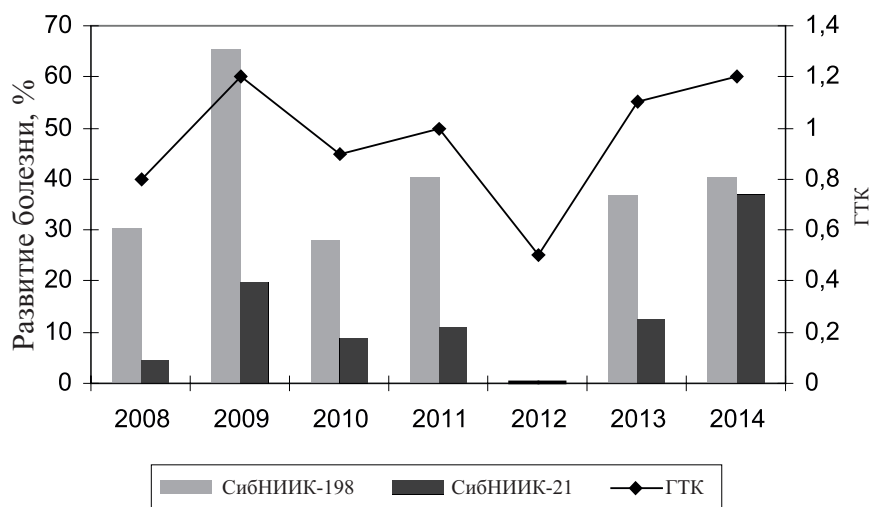


Рис. 3. Многолетняя динамика развития пероноспороза на сортах ярового рапса (2008–2014 гг.)

ходимо отметить, что эпифитотийное развитие (55–65%) на нем отмечалось только один раз (2009 г.) за 7 лет наблюдений. Наибольшую устойчивость к пероноспорозу проявил сорт СибНИИК-21, который при слабом развитии болезни поражен на 11%, умеренном – на 13,7–19,5 и только при эпифитотии – на 29,8%, т.е. в 2 раза меньше, чем стандарт СибНИИК-198 (рис. 3). Следует отметить, что наиболее сильно поражен сорт СибНИИК-198 по сравнению со всеми испытываемыми сортами. Развитие болезни на таких сортах, как Старт и АНИИЗиС-1, было на 20,2 и 19,5% ниже по сравнению со стандартом. На восприимчивых к пероноспорозу сортах развитие болезни в фазу бутонизации – цветения достигало 30–35%, в условиях эпифитотии – 65,6; в фазу созревания стручков – до 54%.

В условиях, неблагоприятных для патогена (жаркая погода), развитие ложной мучнистой росы может не проявляться. Так, в острозасушливом 2012 г. наблюдалось депрессивное развитие болезни. На рис. 3 представлена многолетняя динамика развития пероноспороза на яровом рапсе сортов сибирского экотипа – СибНИИК-21 и СибНИИК-198. За годы исследований сорт СибНИИК-21 проявлял относительную устойчивость к поражению ложной мучнистой росой: развитие болезни не превышало 20%, а распространенность – 65,0%. Исключением явился 2014 г., когда теплые условия июля способствовали интенсивному развитию болезни, которое достигало 36,4%.

Иная динамика была на восприимчивом сорте СибНИИК-198, где индекс развития пероноспороза был в 2,3–3,6 раза выше по сравнению с сортом СибНИИК-21 и достигал в 2009 г. 65,6%, а распространенность – 100%.

Установлено, что независимо от уровня пораженности разных сортов ярового рапса наблюдалась тесная достоверная зависимость развития пероноспороза от погодных условий. Это подтверждается высоким коэффициентом корреляции между гидротермическим коэффициентом вегетационного периода и развитием болезни. Так, для сорта СибНИИК-198  $r = 0,90 \pm 0,22$ , а для сорта СибНИИК-21  $r = 0,89 \pm 0,32$ .

Наиболее вредоносным заболеванием ярового рапса в Западной Сибири, особенно для семенных посевов рапса, является альтернариоз (черная пятнистость). Это заболевание развивается в течение всего вегетационного периода, поражая листья, стебли, стручки и семена. На листьях образуются расплывчатые коричневатые пятна, на

стручках – побурение или черная мелкоточечная пятнистость (рис. 4). Во влажную погоду на пораженных частях появляется черный бархатистый налет спороношения гриба. Пораженные альтернариозом стручки деформируются, преждевременно растрескиваются, незрелые семена выпадают, что приводит к потерям урожая семян на 30–50%. Все это обуславливает ухудшение посевных качеств семян – энергии прорастания и полевой всхожести. Пораженные семена теряют всхожесть и становятся источником инфекции [8].



А



Б

Рис. 4. Альтернариоз на яровом рапсе:

А – пораженные растения и стручки;

Б – больной стручок

В течение 7 лет иммунологических оценок в селекционных питомниках и на семеноводческих полях выявлено, что эпифитотийное развитие альтернариоза наблюдалось в 2009 г. В 2008 и 2013 гг. отмечено умеренное развитие болезни. Годами депрессивного развития альтернариоза были 2010–2012 и 2014 гг., когда болезнь проявлялась к концу вегетации единично на стручках и семенах, что связано с прохладной и влажной погодой и недостатком положительных температур для развития гриба. И хотя в этих условиях стручки оставались визуально здоровыми и зелеными до конца вегетации, с помощью провокационного фона нам удалось выявить на них наличие инфекции. Провокационный фон заключался в создании для стручков рапса условий «влажной камеры» с температурой 23–24°C и 95%-й влажностью воздуха.

Пораженность альтернариозом стручков ярового рапса в питомнике конкурсного сортоиспытания, %

Сорт, сортообразец	2009 г.*		2011 г.		2013 г.	
	ИРБ, %	распространенность	ИРБ, %	распространенность	ИРБ, %	распространенность
СибНИИК-198	62,3	98,5	29,2	95,0	21,0	95
СибНИИК-21	37,5	85,0	13,6	65,0	18,0	82,5
СНК-32	42,1	81,5	9,8	54,0	15,0	70,0
СНК-38	58,4	95,5	29,9	44,0	-	-
НСР <sub>05</sub>	16,03	11,38	5,69	25,20	7,1	19,5

\* Данные получены при помощи провокационного метода.

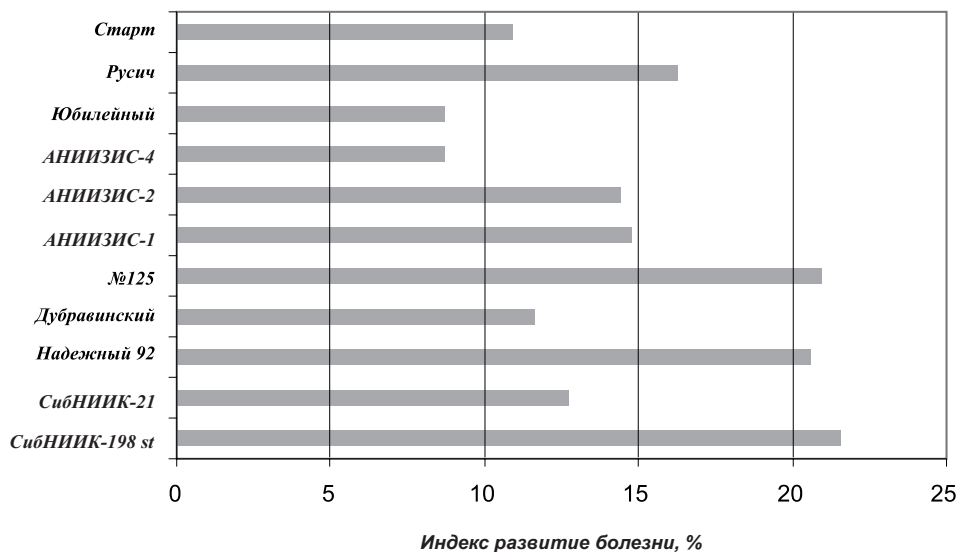


Рис. 5. Развитие альтернариоза на листьях сортов ярового рапса сибирской селекции (среднее за 2007–2014 гг.)

Учет пораженности стручков рапса альтернариозом в 2009 г. показал, что на третьи сутки все сорта и сортообразцы оказались скрыто инфицированными за счет потенциала возбудителя, находящегося в почве и на растительных остатках. При распространенности 100% индекс развития болезни составлял 37,5–62,3% (таблица).

Большей степенью выносливости обладали сорт СибНИИК-21 и образец СНК-32 с индексом развития болезни от 13,6 до 37,5 и от 9,8 до 42,1% соответственно. Наиболее восприимчивым к поражению стручков был сорт СибНИИК-198. Таким образом, выявлена потенциальная восприимчивость сортов и сортообразцов рапса при высокой инфекционной нагрузке и складывающихся благоприятных условиях для развития возбудителя. Проведенная в 2011 и 2013 гг. в естественных условиях оценка пораженности стручков рапса подтвердила наибольшую выносливость этих сортов к поражению альтернариозом.

Данные по развитию альтернариоза на листьях ярового рапса (сравнительного сортоис-

пытания сортов сибирской селекции), представленные на рис. 5, свидетельствуют, что наибольшая устойчивость к заболеванию отмечена у сортов Юбилейный и АНИИЗИС-4. Эти сорта поражались в 2,5 раза меньше, чем стандарт сорт СибНИИК-198. Такие сорта, как СибНИИК-198, Надежный-92 и сортообразец № 125, проявляли наибольшую восприимчивость к этому заболеванию: развитие болезни здесь достигало от 20,6 до 21,6%. У сорта СибНИИК-21, который обладал наибольшей выносливостью к поражению стручков альтернариозом, листья поражались в умеренной степени.

Сравнение пораженности испытываемых сортов в различных условиях температуры и влажности позволяет сделать вывод о природе их устойчивости: они не обладают генотипической устойчивостью, но характеризуются различной степенью полевой или горизонтальной устойчивости, зависящей от многих экологических факторов (температуры, влажности, инсоляции и др.)

**ВЫВОДЫ**

1. Фитоиммунологическая оценка сортов ярового рапса в условиях лесостепи Западной Сибири показала, что сорта сибирской селекции обладают разной полевой устойчивостью к комплексу болезней. Наибольшей групповой полевой устойчивостью к пероноспорозу и альтернариозу обладает сорт СибНИИК-21: развитие болезни по сравнению с сортом СибНИИК-198 было соответственно в сред-

нем в 2,6 и 1,8 раза ниже. Наименьшая восприимчивость к альтернариозу отмечена у сортов Юбилейный и АНИИЗИС-4. Эти сорта могут быть использованы в дальнейшем в селекционном процессе в качестве источников устойчивости.

2. Наиболее сильно поражен пероноспорозом и альтернариозом сорт СибНИИК-198 – индекс развития болезни достигал соответственно 65,6 и 30,0%.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Осипова Г. М., Потанов Д. А. Рапс (Особенности биологии, селекции в условиях Сибири и экологические аспекты использования) / Россельхозакадемия, Сиб. отд-ние. – Новосибирск, 2009. – С. 85.
2. Марков И. Л. Болезни рапса и методы их учета // Защита растений. – 1991. – № 6. – С. 55–60.
3. Агаркова З. В., Ашмарина Л. Ф., Коняева Н. М. Микоплазменные заболевания кормовых культур в Западной Сибири // Вестн. Рос. акад. наук. – 2007. – № 3. – С. 49–52.
4. Ганнибал Ф. Б., Орина А. С., Левитин М. М. Альтернариозы сельскохозяйственных культур на территории России // Защита и карантин растений. – 2010. – № 5. – С. 30–31.
5. Ашмарина Л. Ф., Коняева Н. М., Горобей И. М. Болезни рапса ярового в Западной Сибири // Вестн. Рос. акад. наук. – 2008. – № 1. – С. 36–37.
6. Атлас болезней кормовых культур в Западной Сибири / Л. Ф. Ашмарина, И. М. Горобей, Н. М. Коняева, З. В. Агаркова. – Новосибирск, 2010. – 280 с.
7. Болезни кормовых культур в лесостепи Западной Сибири / З. В. Агаркова, Л. Ф. Ашмарина, Н. М. Коняева, И. М. Горобей // Кормопроизводство. – 2007. – № 3. – С. 8–9.
8. Ганнибал Ф. Б., Гасич Е. Л. Возбудители альтернариоза растений семейства крестоцветные в России: видовой состав, география, экология // Микология и фитопатология. – 2009. – Т. 43, вып. 5. – С. 79–88.
9. Пересыткин В. Ф. Атлас болезней полевых культур. – 2-е изд., испр. и доп. – Киев: Урожай, 1987. – 144 с.
10. Ашмарина Л. Ф., Коняева Н. М., Горобей И. М. Болезни рапса ярового и устойчивость сортообразцов в условиях Западной Сибири // Кормопроизводство. – 2008. – № 5. – С. 9–11.
11. Агаркова З. В., Ашмарина Л. Ф., Коняева Н. М. Основные болезни кормовых культур в селекционных питомниках в лесостепи Приобья // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, Казахстана и Кыргызстана: тр. 8-й Междунар. науч.-практ. конф. (Барнаул, 26–28 июля 2005 г.). – Новосибирск, 2005. – Т. 1. – С. 127–131.
12. Коняева Н. М., Горобей И. М., Ашмарина Л. Ф. Устойчивость сортов ярового рапса сибирской селекции к наиболее распространенным в Западной Сибири заболеваниям // Фитосанитарные проблемы возделывания рапса: прил. к журн. «Вестник защиты растений» / под ред. д-ра биол. наук А. П. Дмитриева. – СПб., 2009. – С. 56–59.
13. Жученко А. А. Стратегия адаптивной интенсификации сельского хозяйства (концепция). – Пушкино, 1994. – 148 с.
14. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1981. – 350 с.

1. Osipova G. M., Potapov D. A. *Raps (Osobennosti biologii, seleksii v usloviyakh Sibiri i ekologicheskie aspekty ispol'zovaniya)*. Rossel'khozakademiya, Sib. otd-nie. Novosibirsk, 2009. 85 p.
2. Markov I. L. *Bolezni rapsa i metody ikh ucheta*. [Zashchita rasteniy], no. 6 (1991): 55–60.
3. Agarkova Z. V., Ashmarina L. F., Konyayeva N. M. *Mikoplazmennye zabolevaniya kormovykh kul'tur v Zapadnoy Sibiri*. [Vestnik Ros. akad. Nauk] no. 3 (2007): 49–52.
4. Gannibal F. B., Orina A. S., Levitin M. M. *Al'ternariozy sel'skokhozyaystvennykh kul'tur na territorii Rossii*. [Zashchita i karantin rasteniy], no. 5 (2010): 30–31.

5. Ashmarina L. F., Konyaeva N. M., Gorobey I. M. *Bolezni rapsa yarovogo v Zapadnoy Sibiri*. [Vestnik Ros. akad. Nauk], no. 1 (2008): 36–37.
6. Ashmarina L. F., Gorobey I. M., Konyaeva N. M., Agarkova Z. V. *Atlas bolezney kormovykh kul'tur v Zapadnoy Sibiri*. Novosibirsk, 2010. 280 p.
7. Agarkova Z. V., Ashmarina L. F., Konyaeva N. M., Gorobey I. M. *Bolezni kormovykh kul'tur v lesostepi Zapadnoy Sibiri*. [Kormoproizvodstvo], no. 3 (2007): 8–9.
8. Gannibal F. B., Gasich E. L. *Vozbuditeli al'ternarioza rasteniy semeystva krestotsvetnyye v Rossii: vidovoy sostav, geografiya, ekologiya* [Mikologiya i fitopatologiya], T. 43, vyp. 5 (2009): 79–88.
9. Peresyarkin V. F. *Atlas bolezney polevykh kul'tur*. 2-e izd., ispr. i dop. Kiev: Urozhay, 1987. 144 p.
10. Ashmarina L. F., Konyaeva N. M., Gorobey I. M. *Bolezni rapsa yarovogo i ustoychivost' sortobraztsov v usloviyakh Zapadnoy Sibiri*. [Kormoproizvodstvo], no. 5 (2008): 9–11.
11. Agarkova Z. V., Ashmarina L. F., Konyaeva N. M. *Osnovnye bolezni kormovykh kul'tur v selektsionnykh pitomnikakh v lesostepi Priob'ya*. [Agrarnaya nauka – sel'skokhozyaystvennomu proizvodstvu Sibiri, Mongolii, Kazakhstana i Kyrgyzstana: tr. 8-y Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (Barnaul, 26–28 iyulya 2005 g.)]. Novosibirsk. T.1 (2005): 127–131.
12. Konyaeva N. M., Gorobey I. M., Ashmarina L. F. *Ustoychivost' sortov yarovogo rapsa sibirskoy selektsii k naibolee rasprostranennym v Zapadnoy Sibiri zabolevaniyam* [Fitosanitarnye problemy vozdeleyvaniya rapsa: pril. k zhurn. «Vestnik zashchity rasteniy»]. Sankt-Peterburg, 2009. pp. 56–59.
13. Zhuchenko A. A. *Strategiya adaptivnoy intensivifikatsii sel'skogo khozyaystva (kontseptsiya)*. Pushchino, 1994. 148 p.
14. Dospekhov B. A. *Metodika polevogo opyta*. Moscow: Agropromizdat, 1981. 350 p.

**PREVALENCE OF RAPE VARIETIES BY THE MOST SPREAD DISEASES  
IN THE WESTERN SIBERIA**

**Ashmarina L. F., Konyaeva N. M., Korobeynikov A. S.**

*Key words:* spring wheat, diseases, resistance, Alternaria blight, downy mildew, prevalence rate, disease progress

*Abstract.* The publication demonstrates research results received in 2008–2014 on studying rape varieties field resistance in the forest steppe of the Western Siberia. Periods of observation differed in weather conditions and defined different disease manifestation. The authors come to conclusion that downy mildew and Alternaria blight are mostly occurred in agrocenoses of spring rape. Phytoimmunology estimation of spring rape on the background of natural infections demonstrates that varieties of Siberian selection differ in field resistance to the diseases. Sib NIIK-21 variety is the most resistant to downy mildew and Alternaria blight; disease progress is 2.6 times and 1.8 times lower in comparison with the standard SibNIIK-198 variety. The paper demonstrates Yubileyniy variety and ANIIZIS-4 variety are mostly resistant to Alternaria blight. These varieties can be applied in further selection as resistance sources. The publication shows SIBNIIK-198 variety is least resistant to downy mildew and Alternaria blight; disease progress index reached 65.6% and 30% correspondently.