Katja Herzog*, Florian Schwander, Nele Schneider, Reinhard Töpfer

Relationship between meteorological data, physical-mechanical characteristics of grapes and *Botrytis* bunch rot

Affiliation
Julius Kühn-Institut, Institute for Grapevine Breeding Geilweilerhof, 76833 Siebeldingen, Germany

Correspondence
Katja Herzog*: katja.herzog@julius-kuehn.de, Florian Schwander: florian.schwander@julius-kuehn.de, Nele Schneider: nele.schneider@julius-kuehn.de, Reinhard Töpfer: reinhard.toepfer@julius-kuehn.de

Supplementary Material

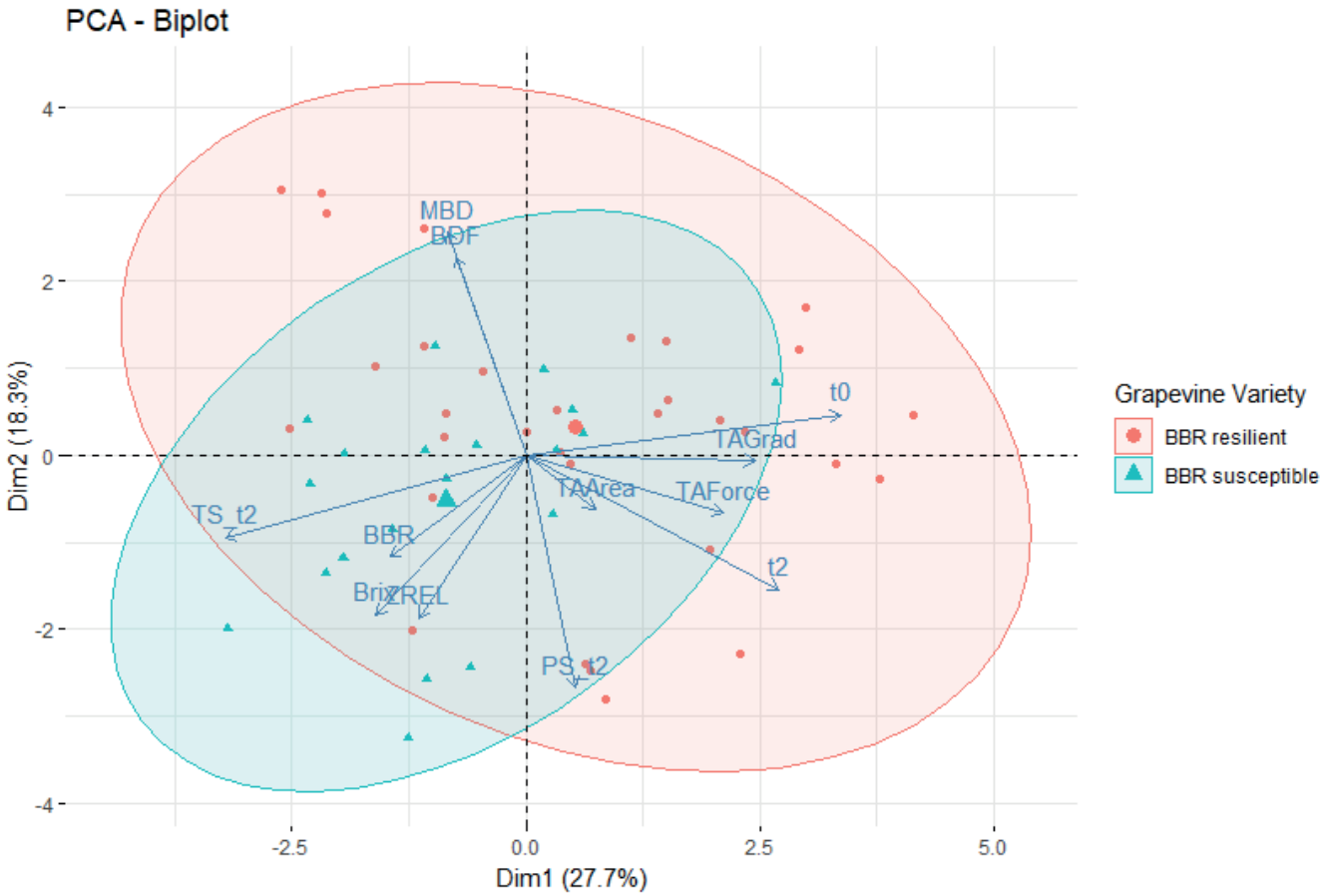

Fig. S1: Principal component analysis (PCA) of BBR infection (lab) for variety-specific traits and meteorological conditions dependent from phenology during ripening. Score plots show results of data from the genotypes showing high (blue triangles) or low (red circles) BBR infection in the standardized laboratory test system. Dim1 – first PC explaining 27.7 %; Dim2 – second PC explaining 18.3 % of the variation in the data. N= 54 plants phenotyped in 2021 and 2022.

Submitted/accepted for publication: May 11, 2023/June 26, 2023

Supplementary Table S1:

Differences of individual time points and traits between the season in 2022 and 2021 (2022-2021). Z_{REL} – relative berry impedance; TA – berry texture analysis; TA_{Force} – berry skin firmness; TA_{Area} – whole berry firmness; TA_{Grad} – berry skin elasticity; *D* – Temperature sum; PS – precipitation sum; MBD – mean berry diameter; BDF – bunch density factor; Lab BBR – laboratory test *Botrytis* bunch rot

Variety	date of Veraison t_0 [DOY]	date of t_1 [DOY]	date of harvest t_2 [DOY]	Temperature sum $D_{t0\text{-}t1}$ [°days]	Precipitation sum [mm] t_0-t_1	Z_{REL} at t_1	TA_{Force} [N] at t_1	TA_{Area} [N*sec] at t_1	TA_{Grad} [N/sec] at t_1	Temperature sum $D_{t0\text{-}t2}$ [°days]	Precipitation sum t_0-t_2	Must sugar [°Brix] at t_2	Mean berry diameter [mm] at t_2	Bunch density factor at t_2	Lab BBR at t_2
BACCHUS	-13	-18	-13	100	-49	160	0,0	0,1	-0,1	189	-36	1,0	0,3	1,1	-4
CABERNET SAUVIGNON	-17	-23	0	48	-14	141	0,0	0,1	-0,1	132	106	1,7	0,1	0,9	0
CALARDIS BLANC	-28	-28	-5	183	-33	231	0,0	0,1	-0,2	310	54	3,3	0,2	0,9	-1
CALARDIS MUSQUE	-6	-12	-8	102	-54	461	0,1	0,2	-0,2	178	-37	0,4	-0,7	-0,4	-8
CHARDONNAY	-15	-23	-13	123	-49	158	0,2	0,3	0,0	196	5	3,5	0,6	1,0	8
DAKAPO	-24	-14	-14	256	-21	205	0,0	0,2	-0,2	301	12	1,3	-0,3	0,7	0
DORNFELDER	-8	-9	-14	129	-37	84	0,1	0,2	0,0	142	-3	-0,5	0,8	2,4	-1
NORTON	-23	-35	n/a	45	-38	337	0,2	0,2	0,1	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
OPTIMA	-10	-12	-6	144	-54	169	0,0	0,0	-0,1	232	-3	-0,2	n/a	n/a	0
PINOT BLANC	-15	-14	-15	155	-21	241	0,0	0,1	-0,1	193	5	-1,2	0,1	2,6	n/a
PINOT NOIR	-13	-9	-21	187	-37	7	0,0	0,0	-0,1	181	-25	0,9	0,7	3,7	2
REGENT	-8	-18	-21	97	-66	249	0,2	0,3	-0,1	156	-62	2,4	-0,6	-0,8	-2
RIESLING	-17	-16	-8	104	10	220	-0,1	0,0	-0,1	122	64	1,5	0,1	-0,1	8
SAUVIGNON BLANC	-13	-23	-13	68	-49	339	-0,2	0,0	-0,2	196	-11	7,0	-0,2	-0,3	8
SEIBEL 7511	-21	-35	-23	102	-52	122	0,1	0,1	0,0	214	63	8,1	-0,5	0,1	0
BL2010-011-0048	-6	-12	-14	102	-54	305	0,1	0,2	-0,1	147	-46	1,4	-0,1	0,4	-6
BL2004-043-0010	-13	-23	-9	68	-49	317	0,0	0,1	0,0	208	8	3,0	-0,2	-0,7	0
BL2004-043-0021	-13	-23	-9	68	-49	405	0,1	0,2	0,0	208	8	4,0	-1,2	-1,1	0
BL2000-305-0081	-13	-23	-2	68	-49	400	0,1	0,2	0,0	216	31	7,7	0,5	1,0	6
Average yearly difference	**-15**	**-19**	**-12**	**113**	**-40**	**239**	**0,1**	**0,1**	**-0,1**	**196**	**7**	**3**	**0**	**1**	**1**

Supplementary Table S2

Phenotypic data acquired in 2022 and 2021 and results of the controlled test towards *Botrytis* bunch rot (BBR)

Variety	Lab BBR at t_2	resulting BBR category based on Lab BBR at t_2	Year of pheno-typing	Veraison t_0 [DOY]	mid-ripening t_1 [DOY]	harvest t_2 [DOY]	Tempera-ture sum $D_{t0\text{-}t1}$ [°days]	Precipi-tation sum [mm] t_0-t_1	Z_{REL} at t_1	TA_{Force} [N] at t_1	TA_{Area} [N*sec] at t_1	TA_{Grad} [N/sec] at t_1	Tempera-ture sum $D_{t0\text{-}t2}$ [°days]	Precipi-tation sum t_0-t_2	Must sugar [°Brix] at t_2	Mean berry diameter [mm] at t_2	Bunch density factor at t_2
ALLEGRO	9	BBR susceptible	2022	210	234	251	276,9	1,9	1049	0,79	0,59	0,47	425	42	24,37	13,77	9,9
AROMERA	1	BBR resistant	2022	227	243	258	165	13,4	1120	0,69	0,38	0,62	263,8	80	20,93	13,38	8,83
BACCHUS	1	BBR resistant	2022	210	234	251	276,9	1,9	678	0,58	0,41	0,39	425	42	18,25	14,32	14
BACCHUS	5	moderate BBR infection[1]	2021	223	252	264	176,6	51,1	518	0,53	0,28	0,51	235,6	78,4	17,3	14	12,9
BARON	9	BBR susceptible	2022	206	234	258	319,7	2	1103	0,63	0,48	0,38	505,6	80,5	25,69	12,7	8,03
BRONNER	7	BBR susceptible	2022	210	234	258	276,9	1,9	835	0,79	0,61	0,45	462,8	80,4	23,38	13,56	12,39
CABERNET BLANC	5	moderate BBR infection[1]	2022	215	243	278	305,9	13,8	1008	0,79	0,68	0,4	430,7	157	25,8	12,94	8,35
CABERNET CANTOR	7	BBR susceptible	2022	206	243	278	406,8	13,9	1085	0,79	0,67	0,41	531,6	157,5	21,25	12,62	7,55
CABERNET CAROL	7	BBR susceptible	2022	210	243	278	364	13,8	977	0,74	0,61	0,39	489	157	20,76	12,04	9,64
CABERNET SAUVIGNON	1	BBR resistant	2021	244	266	278	116,9	27,3	792	0,91	0,59	0,68	157,7	51,5	19	12	7,4
CABERNET SAUVIGNON	1	BBR resistant	2022	227	243	278	165	13,4	933	0,95	0,71	0,6	289,8	157	20,67	12,08	8,27
CABERTIN	1	BBR resistant	2022	210	234	258	276,9	1,9	1224	0,81	0,62	0,44	462,8	80,4	21,97	11,37	7,87
CALARDIS BLANC	1	BBR resistant	2022	210	234	256	276,9	1,9	1011	1,04	0,73	0,66	451	46,4	19,43	13,03	11,3
CALARDIS BLANC	3	BBR resistant	2021	238	266	272	137,7	41,2	844	1,03	0,6	0,84	159,7	47,8	14,9	12,1	9,2
CALARDIS BLANC	3	BBR resistant	2022	210	243	278	364	13,8	1138	0,98	0,71	0,63	489	157	17,12	11,59	8,97
CALARDIS MUSQUE	1	BBR resistant	2022	210	234	256	276,9	1,9	1098	0,81	0,57	0,5	451	46,4	19,58	11,74	9,42
CALARDIS MUSQUE	9	BBR susceptible	2021	216	246	264	175,3	56,3	637	0,73	0,4	0,65	273,4	83,6	19,2	12,4	9,9
CHARDONNAY	1	BBR resistant	2021	230	266	278	182,7	62,3	623	0,69	0,55	0,42	218,5	86,5	20,2	13,8	12,5
CHARDONNAY	9	BBR susceptible	2022	215	243	265	305,9	13,8	781	0,91	0,82	0,44	414,5	91,2	23,74	14,37	13,53
DAKAPO	7	BBR susceptible	2021	230	257	272	150,7	35	579	1,04	0,73	0,67	204,6	68,9	17,8	13,7	10,9
DAKAPO	7	BBR susceptible	2022	206	243	258	406,8	13,9	784	1,04	0,97	0,48	505,6	80,5	19,18	13,37	11,63
DORNFELDER	7	BBR susceptible	2022	215	243	257	305,9	13,8	694	0,85	0,77	0,43	404,7	80,4	19,31	15,9	10,7
DORNFELDER	8	BBR susceptible	2021	223	252	271	176,6	51,1	610	0,77	0,59	0,48	262,7	83	19,9	15,1	8,3
FELICIA	1	BBR resistant	2022	210	234	250	276,9	1,9	947	0,69	0,42	0,54	420	37,6	21,02	13,83	9,67
GF.GA-52-42	7	BBR susceptible	2022	227	243	278	165	13,4	966	0,8	0,63	0,46	289,8	157	18,02	14,79	14,02
JOHANNITER	1	BBR resistant	2022	210	234	256	276,9	1,9	1050	0,61	0,48	0,36	451	46,4	23,57	13,8	9,8
MERZLING	1	BBR resistant	2022	210	243	250	364	13,8	794	0,62	0,44	0,4	420	37,6	18,31	15,14	12,3
MORIO MUSKAT	1	BBR resistant	2022	210	243	251	364	13,8	564	0,74	0,67	0,36	425	42	14,56	13,7	12,13
MUSCARIS	4	moderate BBR infection[1]	2022	215	234	251	218,8	1,9	985	0,81	0,77	0,37	367		23,67	13,43	11,2
NORTON	1	BBR resistant	2022	227	243	278	165	13,4	1321	0,73	0,47	0,5	289,8	157	22,75	12,2	9,3
OPTIMA	9	BBR susceptible	2021	216	246	264	175,3	56,3	382	0,64	0,36	0,57	273,4	83,6	21,2		
OPTIMA	9	BBR susceptible	2022	206	234	258	319,7	2	550	0,63	0,4	0,48	505,6	80,5	21,07	13,07	11,23

Supplementary Table S2, continued

Phenotypic data acquired in 2022 and 2021 and results of the controlled test towards *Botrytis* bunch rot (BBR)

Variety	Lab BBR at t_2	resulting BBR category based on Lab BBR at t_2	Year of pheno-typing	Veraison t_0 [DOY]	mid-ripening t_1 [DOY]	harvest t_2 [DOY]	Tempera-ture sum $D_{t0\text{-}t1}$ [°days]	Precipi-tation sum [mm] t_0-t_1	Z_{REL} at t_1	TA_{Force} [N] at t_1	TA_{Area} [N*sec] at t_1	TA_{Grad} [N/sec] at t_1	Tempera-ture sum $D_{t0\text{-}t2}$ [°days]	Precipi-tation sum t_0-t_2	Must sugar [°Brix] at t_2	Mean berry diameter [mm] at t_2	Bunch density factor at t_2
ORION	1	BBR resistant	2022	215	243	256	305,9	13,8	861	0,93	0,54	0,75	393	46,4	21,54	12,9	8,37
PHOENIX	1	BBR resistant	2022	210	234	245	276,9	1,9	853	0,52	0,35	0,39	380	13,8	19,31	15,17	11,5
PINOT BLANC	1	BBR resistant	2021	230	257	278	150,7	35	540	0,91	0,73	0,51	218,5	86,5	20,4	13,1	10,1
PINOT NOIR	1	BBR resistant	2021	223	252	278	176,6	51,1	666	0,88	0,61	0,59	276,7	102,6	21	12,7	7,1
PINOT NOIR	3	BBR resistant	2022	210	243	257	364	13,8	673	0,87	0,64	0,53	458	77,2	21,94	13,33	10,81
PINOTIN	8	BBR susceptible	2022	210	250	278	419,8	37,6	837	0,58	0,38	0,41	489	157	17,24	14,7	8,48
PRINZIPAL	5	moderate BBR infection[1]	2022	210	234	278	276,9	1,9	1113	0,81	0,63	0,46	489	157	22,45	12,75	11,32
PRIOR	1	BBR resistant	2022	210	234	258	276,9	1,9	1038	0,78	0,4	0,73	462,8	80,4	20,99	14,3	11
REGENT	5	moderate BBR infection[1]	2022	206	234	251	319,7	2	820	0,87	0,6	0,57	467,9	42,4	22,74	15,28	13,82
REGENT	5	moderate BBR infection[1]	2022	206	234	250	319,7	2	1001	1,01	0,79	0,58	462,6	37,7	21,43	14,75	10,75
REGENT	7	BBR susceptible	2021	214	252	271	222,3	68,2	752	0,81	0,5	0,63	306,8	100,1	19,1	15,4	11,6
RIESLING	1	BBR resistant	2021	244	266	278	116,9	27,3	618	0,85	0,68	0,49	157,7	51,5	19,2	12,8	11,4
RIESLING	9	BBR susceptible	2022	227	250	270	220,8	37,2	838	0,79	0,7	0,41	280,1	115,2	20,69	12,95	11,24
SAUVIGNAC	3	BBR resistant	2022	215	250	265	361,7	37,6	844	0,79	0,57	0,5	414,5	91,2	17,93	14,31	12,03
SAUVIGNON BLANC	1	BBR resistant	2021	223	257	278	208,8	51,1	518	0,93	0,7	0,57	276,7	102,6	19	13,4	10,8
SAUVIGNON BLANC	9	BBR susceptible	2022	210	234	265	276,9	1,9	857	0,76	0,67	0,39	472,6	91,2	25,95	13,19	10,54
SEIBEL 7511	1	BBR resistant	2021	238	278	301	173,6	65,4	863	0,72	0,37	0,66	186,8	94,7	18,2	13,4	9,5
SEIBEL 7511	1	BBR resistant	2022	217	243	278	275,7	13,8	985	0,87	0,49	0,71	400,5	157,4	26,26	12,92	9,6
SIRIUS	6	moderate BBR infection[1]	2022	210	234	256	276,9	1,9	1127	0,86	0,68	0,5	451	46,4	21,33	14,92	11,51
SOLARIS	5	moderate BBR infection[1]	2022	210	234	245	276,9	1,9	985	0,75	0,6	0,39	380	13,8	25,44	12,04	8,28
VILLARIS	1	BBR resistant	2022	210	234	250	276,9	1,9	1033	0,89	0,56	0,67	420	37,6	22,86	15,94	9,92
WEINSBERG 88- 101- 13	9	BBR susceptible	2022	210	243	265	364	13,8	960	0,69	0,45	0,48	472,6	91,2	22,93	12,23	11,04
ZS2000-305-0081	1	BBR resistant	2021	223	257	272	208,8	51,1	629	0,72	0,41	0,59	262,7	85	15,3	13	10,7
ZS2001-041-0003	9	BBR susceptible	2021	216	246	271	175,3	56,3	553	0,62	0,42	0,44	298,9	88,2	26,7	11,1	5,4
ZS2001-041-0004	2	BBR resistant	2021	216	246	272	175,3	56,3	518	0,73	0,49	0,54	300,5	90,2	22,4	14,3	9,3
ZS2004-043-0010	1	BBR resistant	2021	223	257	271	208,8	51,1	632	0,84	0,62	0,53	261,1	83	19,4	13,3	9,7
ZS2004-043-0021	1	BBR resistant	2021	223	257	271	208,8	51,1	603	0,9	0,67	0,57	261,1	83	20,9	14,5	9,3
ZS2004-043-0034	1	BBR resistant	2021	244	266	278	116,9	27,3	685	0,79	0,45	0,65	157,7	51,5	18,8	14,2	10,3
ZS2010-011-0048	7	BBR susceptible	2021	216	246	264	175,3	56,3	609	0,68	0,49	0,45	273,4	83,6	22,2	14	8,3
NORTON	n/a	n/a[2]	2021	250	278		120,1	51,5	984	0,51	0,32	0,37					
PINOT BLANC	n/a	n/a[2]	2022	215	243	263	305,9	13,8	781	0,91	0,82	0,44	411,9	91,2	19,2	13,19	12,64

Supplementary Table S2, continued

Phenotypic data acquired in 2022 and 2021 and results of the controlled test towards *Botrytis* bunch rot (BBR)

Variety	Lab BBR at t_2	resulting BBR category based on Lab BBR at t_2	Year of pheno-typing	Veraison t_0 [DOY]	mid-ripening t_1 [DOY]	harvest t_2 [DOY]	Tempera-ture sum $D_{t0\text{-}t1}$ [°days]	Precipi-tation sum [mm] t_0-t_1	Z_{REL} at t_1	TA_{Force} [N] at t_1	TA_{Area} [N*sec] at t_1	TA_{Grad} [N/sec] at t_1	Tempera-ture sum $D_{t0\text{-}t2}$ [°days]	Precipi-tation sum t_0-t_2	Must sugar [°Brix] at t_2	Mean berry diameter [mm] at t_2	Bunch density factor at t_2
CALARDIS MUSQUE	n/a	n/a[2]	2022	206	243		406,8	13,9	1062	0,76	0,52	0,51					
ZS2010-011-0048	n/a	n/a[2]	2022	210	234	250	276,9	1,9	914	0,76	0,66	0,39	420	37,6	23,65	13,93	8,68
ZS2001-041-0004	n/a	n/a[2]	2022	210	234	263	276,9	1,9	957	0,76	0,57	0,49	470		25,26	13,78	6,5
ZS2001-041-0003	n/a	n/a[2]	2022	210	234	250	276,9	1,9	1048	0,66	0,67	0,28	420	37,6	36,61	11,07	5,31
ZS2004-043-0010	n/a	n/a[2]	2022	210	234	262	276,9	1,9	949	0,88	0,71	0,49	469	91,2	22,35	13,16	8,97
ZS2004-043-0021	n/a	n/a[2]	2022	210	234	262	276,9	1,9	1008	1,03	0,86	0,54	469	91,2	24,92	13,37	8,22
ZS2004-043-0034	n/a	n/a[2]	2022	217	243	263	275,7	13,8	971	0,79	0,49	0,59	382	91,2	21,12	14,56	11
ZS2000-305-0081	n/a	n/a[2]	2022	210	234	270	276,9	1,9	1028	0,86	0,6	0,56	479	115,6	23,07	13,46	11,69

[1] moderate infected samples were not considered in Fig. 4 und PCA, Fig. 5

[2] samples were only considered for the Pearson correlation study because of missing BBR results.